

RÖNTGENOLOGISCHE STUDIEN DER WIRBELSÄULE
BEI ARMAMPUTIERTEN

von

FRITZ HAASS

1965.

RÖNTGENOLOGISCHE STUDIEN DER WIRBELSÄULE
BEI ARMAMPUTIERTEN

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Hohen Medizinischen Fakultät

der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von

FRITZ HAASS

aus Wildbad/Schwarzw.



MAINZ 1965

Dekan: Professor Dr. med. Korting

Referent: Professor Dr. med. L. Diethelm

Tag d. mündl. Prüfung: 26. Mai 1965



Gesamtherstellung: Ditters Bürodienst Mainz

IN TIEFER DANKBARKEIT UND VEREHRUNG

MEINEN ELTERN GEWIDMET

INHALT

Seite

I. Einleitung und Problemstellung	1-9
II. Eigene Untersuchungen	
1. Angaben über die untersuchten Armamputierten	10
2. Fragestellung zur Durchsicht von 182 Krankengeschichten Armamputierter	10
3. Gesichtspunkte zur Auswertung von 100 Röntgenaufnahmen der WS Armamputierter	10-11
4. Methodik der Anfertigung von Röntgenganzaufnahmen der WS nach HEINE und RASPE ("3-Phasen-Methode").	11-13
5. Problemstellung und Methodik der Anfertigung von Röntgenganzaufnahmen der WS bei Kindern nach Siemens-Reiniger-Verfahren	13-15
6. Angaben über die untersuchten Kinder	13
III. Untersuchungsergebnisse	
1. Ergebnisse aus der Durchsicht der Krankengeschichten	16-17
2. Ergebnisse aus der Auswertung von 100 Röntgenganzaufnahmen der WS Armamputierter	17-22
3. Ergebnisse aus der Auswertung von Röntgenganzaufnahmen der WS von 11 Kindern (unbelastet und unter einseitiger Gewichtsbelastung)	22-25
IV. Diskussion	26-42
V. Zusammenfassung	43-44
VI. Literaturverzeichnis	45-52

I. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Die Wirbelsäule (WS) bildet eine komplex aufgebaute Einheit des Skelettsystems und ihre Erkrankungen sind ebenso komplex wie ihr Aufbau und ihre Funktionen (BRÜGGER).

Die Beantwortung jeder Frage, die die WS betrifft, sollte mit einem Hinweis auf die hervorragende Rolle der WS als "zentrales Achsenorgan" im Zusammenwirken der statischen und funktionellen Kräfte des Körperganzen begonnen werden.

Nach SCHMORL-JUNGHANS kann man über die WS kurz folgendes zusammenfassen:

Die Form der WS ändert sich während der Entwicklungszeit von der einfachen kyphotischen Biegung der gesamten WS des Embryo bis zu der leicht S-förmigen Biegung beim Erwachsenen mit Kyphose der BWS und Lordosen an der HWS und LWS. Bei dieser Formgebung ist sowohl die Gestalt der Wirbelkörper als auch die Gestalt der Zwischenwirbelscheiben wichtig, denn die Ausbiegungen sind durch die Unterschiede in der vorderen und hinteren Höhe der Wirbelkörper und Zwischenwirbelscheiben wesentlich mit bedingt.

Die Beweglichkeit der WS beruht auf der einen Seite auf dem Bewegungsausmaß, das die kleinen Wirbelgelenke zulassen, und auf der anderen Seite spielen die Zwischenwirbelscheiben dabei eine bedeutsame Rolle. Da die Stellung der kleinen Gelenke in den verschiedenen WS-Abschnitten große Unterschiede aufweist, ist auch die Bewegungsmöglichkeit und die Richtung der Beweglichkeit in den einzelnen WS-Abschnitten wechselnd.

Die Zwischenwirbelscheiben spielen für den Aufbau und die Beweglichkeit der WS eine wichtige Rolle. Sie haben nicht nur die Wirkung von elastischen, zwischen die Wirbel eingebauten Puffern, sondern sie dienen ganz wesentlich zur Aufrechterhaltung der WS-Statik.

Die Spann-, Zug- und Druckkräfte, die sich aus dem Zusammenspiel zwischen Faserring und Gallertkern ergeben, helfen beim Aufbau und bei der Erhaltung der WS-Form mit und wirken gleichzeitig unregelmäßigen Scher- und Zugkräften entgegen, die die Bewegung der WS mit sich bringt.

Die Wirbelkörperquerschnitte und Wirbelgewichte nehmen von der HWS bis zur LWS zu. Von Wirbel zu Wirbel vergrößert sich dadurch die tragende Fläche.

Die WS ist auch Schutz- und Tragorgan. Das Rückenmark erhält seinen Schutz durch die versteckte Lage im Wirbelkanal. Bauch- und Brusthöhle

werden von hinten her durch die WS geschützt, die gleichzeitig vielen inneren Organen als Aufhängebasis dient und an der Formung von Brust und Bauchhöhle maßgeblich beteiligt ist.

Die WS trägt Kopf und Schultergürtel mit den Armen, und sie überträgt deren Gewicht und einen großen Teil des Rumpfgewichtes auf das Becken und die Beine.

Sie ist aber nicht nur Träger dieser Gewichte, sondern sie nimmt durch die von ihr ausgehenden und zu ihr hinstrebenden Band- und Muskelverbindungen ununterbrochen an der Fortbewegung des Gesamtkörpers ebenso wie an den Bewegungen und Belastungen der Gliedmaßen teil.

Sie ist für die gesamte Statik und Bewegung des Körpers ein wichtiges und dauernd belastetes Organ von zentraler Lage, weshalb sie auch chronischen, altersmäßigen und überlastungsbedingten Verschleißerscheinungen früher unterliegt als die übrigen Organe des Bewegungssystems. Gerade die anatomischen Beziehungen zwischen Knochen und Weichteilen der WS einerseits und den vielen zentralen Nerven andererseits geben Veranlassung für zahlreiche Störungen im Ausbreitungsgebiet der segmentalen Nerven, die heute als "wirbelsäulenbedingte Krankheitsbilder" eine große Rolle spielen.

In den letzten 20 Jahren ist der WS als Krankheitsfaktor eine immer größere Bedeutung beigemessen worden. Man ging dabei von der Annahme aus, daß durch krankhafte Veränderungen im Bereiche des Intervertebralloches die austretenden Nerven, besonders auch die des vegetativen Nervensystems, irritiert würden und dadurch zu Erkrankungen von äußeren und inneren Organen führten: Neurovasculäre Erkrankungen, Angina pectoris, arterieller Hochdruck und viele andere Krankheiten sind damit in Zusammenhang gebracht worden.

Nach GUTZEIT lassen sich für die Existenz eines vertebralen Faktors im Krankheitsgeschehen zwei historische Ansatzpunkte finden, nämlich Operationen von Bandscheibenprolapsen, durch die die "rheumatische Ischias" geheilt werden konnte, und zudem die Erkenntnis der Chiropraktiker und Osteopathen von der Beeinflussbarkeit vertebragener Schmerzen durch manuelle Behandlung.

Laienbestrebungen, durch Beeinflussung der WS Schmerzzustände zu beseitigen, finden sich zu allen Zeiten bei vielen Völkern. Erwähnt sei hier auch das 1897 erschienene Buch des Schweizer Arztes NAEGELI über "Nervenleiden und Nervenschmerzen, ihre Behandlung und Heilung durch Handgriffe".

Die offizielle Medizin nahm jedoch hiervon keine Notiz, während die an sich richtige Erkenntnis von der vertebralen Schmerzentstehung von Chiropraktoren zum Dogma erhoben wurde: Alle Krankheiten sollten von der WS ausgehen. Unterbrechungen des "Nervenstromes" in den durch "Wirbelsublu-

xationen" eingeengten Intervertebralkanälen sollten die versorgten Organe anfällig machen. Also wurden alle Krankheiten vertebral behandelt.

BRÜGGER ist der Auffassung, daß die heutigen pathologisch-anatomischen und klinischen Kenntnisse eine einwandfreie Untermauerung dieser Annahmen häufig noch nicht ermöglichen. In der Regel ließen sich weder die Ursachen der WS-Erkrankung noch die erkrankten Teile mit Sicherheit erfassen.

Wenn auch der vertebrale Krankheitsfaktor an sich nicht bestritten wird, so ergeben sich doch über Ort und Entstehung der nervalen Irritationen entgegengesetzte Meinungen. Es konkurrieren viele Auffassungen und Erklärungen miteinander, aus denen aber deutlich hervorgeht, daß die Ursachen der nervalen Reizung nicht einheitlich, sondern komplex sind.

Eine spezielle Bezugnahme auf die Folgen einer WS-Veränderung im Sinne des vertebrale Krankheitsfaktors nach Armamputation läßt sich jedoch kaum finden, wenngleich auch schon mehrere Autoren über den Zusammenhang der Amputation einer oberen Extremität und einer statischen Veränderung der WS berichtet haben (JENNY, PITZEN, zur VERTH, WILMANNs).

Zudem stehen die Beobachtungen und Untersuchungen, die den WS-Veränderungen und ihren Folgen nach Amputation einer unteren Extremität gewidmet wurden, denjenigen über die Verhältnisse nach Amputation einer oberen Extremität weit voran.

Dies ist um so erstaunlicher, als gerade die Armamputierten sowohl typische Veränderungen der WS bieten als auch Erscheinungen zeigen, die an vertebrale Zustände denken lassen.

Gerade hier fordern die Möglichkeiten, welche die Technik der Röntgenganzaufnahme der WS bieten, dazu heraus, die statischen und funktionellen Zusammenhänge zwischen Armamputation und WS-Veränderung zu untersuchen.

Solche Untersuchungen sind bisher mit der Methode der WS-Ganzaufnahme praktisch nur in andeutungsweisen Versuchen durchgeführt worden, was um so mehr verwundert, als gerade in jüngster Zeit die Technik der WS-Ganzaufnahme erheblich differenziert und verbessert wurde und völlig neue Möglichkeiten zur Erforschung der statischen und funktionellen Verhältnisse der WS sich ergeben.

Vielleicht darf in diesem Zusammenhang mit SOLLMANN nochmals kurz auf die Entwicklung der Röntgenganzaufnahme eingegangen werden.

Schon seit langen Jahren war es der Wunsch der Ärzte, Ganzaufnahmen der WS in brauchbarer Form herzustellen. Nach der Einführung der Teleröntgenographie im Jahre 1903, die naturgetreue Bilder des Herzens ermöglichen sollte, wurden im Jahre 1915 erste Aufnahmen der WS aus 1,5 bis 2 m Ent-

fernung veröffentlicht. Allerdings war die Technik noch nicht allgemein bekannt, bis JAEGER (1929) mit Entfernungen bis zu 3 m arbeitete und eine Wedelblende benutzte, wodurch die Expositionszeit nach der Schulterbreite bestimmt wurde, ohne die HWS selbst zu überexponieren.

1934 veröffentlichte JANKER seine Technik in einem Atlas zur Herstellung von Röntgenganzaufnahmen des Menschen. Seine Aufnahmen wurden in 4,5 m Entfernung ausgeführt, wobei die Folie 21,5 x 95 cm groß war. Der Patient lag auf der Erde, die Röhre befand sich an der Decke des Raumes.

Alle diese Ideen sind jedoch in der Entwicklung stecken geblieben. Erneut aufgegriffen wurde die Idee der Ganzaufnahme vor ca. 30 Jahren von amerikanischen Chiropraktoren, die brauchbare Bilder in der Größe 30 x 90 cm für ihre Behandlungszwecke herstellten.

Das Entscheidende für die Weiterentwicklung in neuerer Zeit war das allgemeine wissenschaftliche Interesse an der WS überhaupt, sowie an ihren Veränderungen und krankheitsauslösenden Faktoren (BÄRTSCHI-ROCHAIX, BROCHER, BUETTI-BÄUML, EXNER, GÜNTZ, GUTMANN, GUTZEIT, JUNG-HANNIS, KUHLENDahl, LINDEMANN, MATZDORF, PARADE, BOCKEL, STAHLER, SOLLMANN, ZUKSCHWERDT, EMMINGER, BIEDERMANN, ZETTEL).

Vor etwa 10 Jahren nahm dann eine stetige und systematische Entwicklung ihren Anfang, die inzwischen zu verschiedenen technischen Lösungen geführt hat. Ganz unbestritten ist nun auch der Wert der WS-Ganzaufnahme. So beschäftigten sich u. a. HEINE und RASPE eingehend mit der Methode der Anfertigung und Auswertung von Röntgenganzaufnahmen der WS und stellen dar, daß die WS-Ganzaufnahme für die Orthopädie zur Erforschung des Skoliosenproblems notwendig geworden ist und als Grundlage für mediko-mechanische und manuelle WS-Therapie dient.

Systemerkrankungen des Skelettsystems können auf einem Röntgenbild in ihrer Lokalisation und Ausdehnung erfaßt werden. Bei der Erforschung des Krankheitsfaktors Wirbelsäule ist die WS-Ganzaufnahme von größter Bedeutung, muß doch davon ausgegangen werden, daß jede Abweichung des normalen Aufbaus der WS schon bei nur einem Bewegungssegment von Wichtigkeit für Störungen des gesamten WS-Gefüges und damit für eine Disposition zu neuralen WS-Syndromen sein kann.

Bei der Auswertung der WS-Ganzaufnahmen müssen neben dem pathologischen Substrat am einzelnen Wirbel die Besonderheiten im Aufbau und in der Entwicklung des Skeletts Berücksichtigung finden, die für die statische Veränderung von Wichtigkeit sein können. Die Beurteilung muß von den funktionellen Beziehungen des einzelnen Wirbels zu dem benachbarten ausgehen und sich

darauf aufbauend auf die gesamte Statik der WS erstrecken.

Aus der Gefügestörung des einzelnen Wirbels bzw. einzelner WS-Abschnitte wird eine Deutung der fehlerhaften Gesamthaltung der WS ermöglicht.

In diesem Sinne gibt BROCHER eine röntgenologische Darstellung der WS-Statik und WS-Dynamik anhand von WS-Ganzaufnahmen und studiert die Besonderheiten der einzelnen WS-Abschnitte.

LEGER betont den Wert und die Vorzüge der WS-Ganzaufnahme, bei der sich im sagittalen Bild seitliche Verbiegungen mit ihren Regulationen vom Becken bis zum Kopf einwandfrei beurteilen lassen.

Gerade diese Feststellung ist für die in der Folge beschriebene Untersuchung der Gefügestörung der WS nach Armamputation von besonderem Wert und als Ausgangspunkt zu betrachten.

Schließlich wurde natürlich auch die Haltungsforschung von den Möglichkeiten der WS-Ganzaufnahme befruchtet (SCHLEGEL und DIERKS).

Besonders den Haltungsveränderungen und den Haltungsschäden an Jugendlichen wurde seit längerer Zeit großes Interesse entgegengebracht. An dieser Stelle sei besonders auf die Monographie RATKES über die juvenilen Rückgratverkrümmungen hingewiesen, in der nicht nur das Problem selbst behandelt wird, sondern auch das umfangreiche Schrifttum zur Ätiologie und Pathogenese ausführlich dargestellt ist.

Was besonders die juvenilen WS-Veränderungen betrifft, ist auch auf KOCHS zu verweisen, der auf die Folgen des Mißverhältnisses zwischen Belastung und Tragfähigkeit des Knochens hinweist, da sich gerade diese Folgen zur Zeit der Adoleszenz, die mit der Pubertät einhergeht, verhängnisvoll auswirken können.

Auf die Bedeutung des Pubertätsablaufes für die Entstehung von Haltungsstörungen geht besonders MATTHIASH ein.

Neben den Untersuchungen, die sich mit dem Vorkommen und der Entstehung von Haltungsschäden und Deformitäten bei Schulkindern und Jugendlichen beschäftigt haben (IDELBERGER, KOCHS, THOMSEN, ELSNER), finden sich zahlreiche Untersuchungen statistischer Art, aus denen eine steigende Zunahme der Haltungsveränderungen bei Jugendlichen hervorgeht, was nicht nur die absolute Zahl der Gesamtzunahme, sondern auch die Zunahme im Laufe einer bestimmten Zeitspanne, wie z.B. vom 1. bis 8. Schuljahr betrifft. Es ergeben sich erschreckende Zahlen, aus denen klar die Gefährdung der Jugend hervorgeht.

GROH untersuchte 1953 und 1954 Volksschulkinder Saarbrückens mit dem Ergebnis, daß 25% der Untersuchten einen "ernstzunehmenden WS-Schaden" hatten.

Aus dem Bericht des Gesundheitsdienstes Hamburg von 1955 geht hervor, daß 49% der 10- bis 12-jährigen Volksschulkinder Hamburgs einen Haltungsfehler hatten.

JENTSCHURA teilt 1955 die Ergebnisse von Haltungsuntersuchungen an Heidelberger Schulkindern mit:

23 Kinder mit echten Skoliosen I. und II. Grades unter 1027 Jungen vom 6. bis 14. Lebensjahr.

KOETSCHAU untersuchte 1955 in Hamburg 7916 Schulkinder im Alter von 6 bis 19 Jahren und fand in der reizempfindlichen Pubertätszeit, also mit etwa 13 Jahren, den Höhepunkt der Haltungsschäden mit 57,2%.

BREITENFELDER führte an 600 Schulkindern Untersuchungen über Haltungsschäden durch.

Aus Tabelle 1 gehen die bei 600 untersuchten Kindern gefundenen Ergebnisse hervor.

Zur Feststellung der Verhältnisse bei verschiedenen Altersstufen wurden Kinder im 1., 5. und 8. Schuljahr, also im 7., 11. und 14. Lebensjahr, untersucht. Die prozentuale Verteilung geht aus Tabelle 2 hervor.

In Tabelle 3 ist die Verteilung der einzelnen Stufen der Haltungsschäden auf die einzelnen Schuljahre sowie auf Mädchen und Knaben eingetragen.

Überträgt man nun diese Tabellen-Werte in die graphische Darstellung 1, so ergibt sich z.B. aus der Darstellung zur Tabelle 2, daß die Kinder mit normaler WS während der Schulzeit an Zahl gleich bleiben, die Zahl der Kinder mit erheblicher Haltungsschwäche und ausgebildeten Deformitäten aber zunimmt. Dabei ist festzustellen, daß die leichten Haltungsschwächen vom 1. bis 8. Schuljahr stark zurückgehen, während die erheblichen Haltungsschwächen und daraus hervorgehende Deformitäten während der Schulzeit zunehmen.

Die vergleichende Darstellung (siehe graph. Darstellung 2) zwischen Mädchen und Knaben zu Tabelle 3 zeigt, daß sich erhebliche Haltungsschwächen und ausgebildete Deformitäten in erhöhtem Maße bei Mädchen zeigen. Die Ausbildung gerade der erheblichen Haltungsschwächen vom 5. bis 8. Schuljahr geht bei den Mädchen geradezu sprunghaft in die Höhe und übertrifft die Verhältnisse bei den Knaben um 19%. Auch in der Ausbildung von Deformitäten übertreffen die Mädchen die Knaben analog den Verhältnissen bei den erheblichen Haltungsschwächen.

Man zeigte sich nicht nur bestürzt über die bestehenden Tatsachen, die diese Untersuchungen deutlich vor Augen führten, sondern man schloß daraus - abgesehen von Vorschädigungen der kindlichen WS aus dem Säuglings- oder

Tabelle 1

Von 600 untersuchten Schulkindern hatten :

148 einen einwandfreien Rücken	= 24, 67 %
247 eine leichte Haltungsschwäche	= 41, 17 %
194 eine erhebliche Haltungsschwäche	= 32, 33 %
11 eine ausgebildete Deformität	= 1, 83 %
	100, 00 %

Tabelle 2

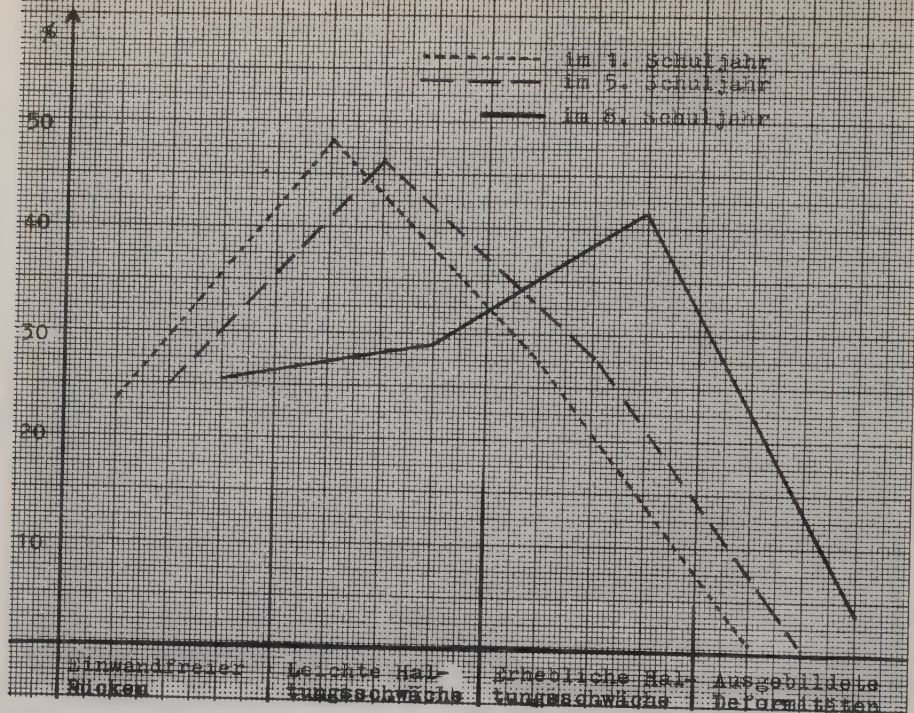
Von je 200 Schulkindern hatten :

	einwand- freier Rücken	leichte Haltungs- schwäche	erhebliche Haltungs- schwäche	ausgebil- dete De- formität
im 1. Schuljahr	47=23,5 %	96=48 %	55=27,5 %	2 = 1 %
im 5. Schuljahr	50=25 %	93=46,5 %	56=28 %	1 = 0,5 %
im 8. Schuljahr	51=25,5 %	58=29 %	83=41,5 %	8 = 4 %

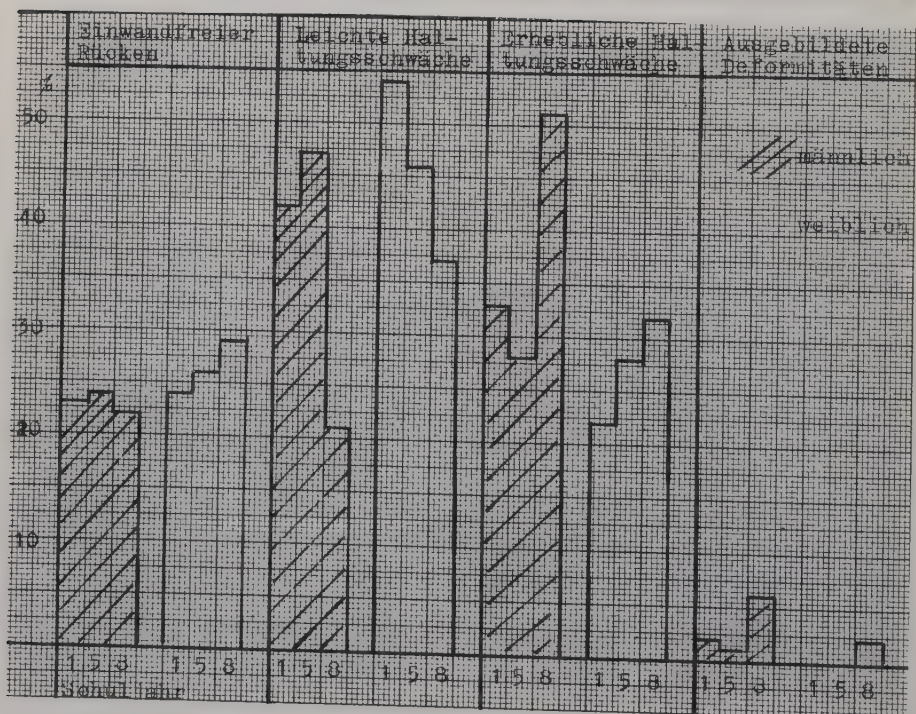
Tabelle 3

Von je 100 Mädchen und Knaben hatten :

	einwand- freier Rücken	leichte Haltungs- schwäche	erhebliche Haltungs- schwäche	ausgebilde- te Defor- mitäten
im 1. Schuljahr				
Mädchen	23 %	42 %	33 %	2 %
Knaben	24 %	54 %	22 %	0 %
im 5. Schuljahr				
Mädchen	24 %	47 %	28 %	1 %
Knaben	26 %	46 %	28 %	0 %
im 8. Schuljahr				
Mädchen	22 %	21 %	51 %	6 %
Knaben	29 %	37 %	32 %	2 %



Graphische Darstellung 1 (zu Tabelle 2)



Graphische Darstellung 2 (zu Tabelle 3)

Kleinkindalter - auf die tatsächlich primitiven Verhältnisse an unseren Schulen bezüglich der Leibeserziehung und der Prophylaxe der Schäden am Skelett- und Bewegungsapparat, die neben allen anderen Ursachen, die man für die Entstehung und Förderung der Haltungsschäden und Deformitäten verantwortlich machte (wie z.B. unphysiologische Belastung, unphysiologische Sitz- und Arbeitshaltung u.v.a.), auch in einem gewissen Zusammenhang mit der Ausbreitung der modernen Zivilisation mit ihrer Bewegungsarmut zu stehen scheinen.

Es ist leicht verständlich, daß Jugendliche, die schon mit einer Schädigung oder Deformität ihrer WS aus der Schule in das Berufsleben eintreten, in keiner Weise voll belastungsfähig und einsatzfähig sind und früher oder später die Zahl der Arbeitsausfälle auf Kosten der Versicherungsträger und letztlich der Allgemeinheit empfindlich erhöhen werden. GUTMANN und WOLFF schlagen aus dieser Sicht eine "Qualitätsanalyse der WS" vor Beginn der Einstellung bei allen körperlich arbeitenden Berufen vor, um ein Vielfaches der Kosten einzusparen, die später durch die Folgen einer fehlgeleiteten Eingliederung in den Arbeitsprozeß entstehen können.

Die Betrachtung der WS-Schäden als volkswirtschaftlicher Faktor (GUTMANN und WOLFF) wie das rein ärztliche Interesse führten nicht nur zu Untersuchungen bei Jugendlichen, sondern auch bei Arbeitern, unter denen gerade die Lastenträger bezüglich ihrer WS in gewissem Sinne mit den Armamputierten verwandt sind. Zahlreiche Untersuchungen wurden angestellt, um die Frage des Zusammenhanges zwischen WS-Schäden und beruflicher Beanspruchung zu klären. SCHLOMKA untersuchte sehr ausführlich die Frage der beruflichen Belastungsschäden der WS. Darauf soll später noch näher eingegangen werden. Er bestätigte, daß in der allgemeinen Pathologie der Schluß gezogen wurde, daß der berufsmäßige Belastungsfaktor von wesentlicher, ja eventuell entscheidender Bedeutung sein muß, was die Klinik bisher (1956) zu wenig beachtet oder ganz abgelehnt habe. Er untersuchte in systematischen Reihenuntersuchungen Lastenträger, Bergleute und Bankangestellte, wobei sich zeigte, daß jeweils andere Abschnitte der WS betroffen waren.

MATTHIASH ging besonders auf das Problem der Arbeitshaltung und Bandscheibenbelastung ein, wobei er an der pathogenetischen Bedeutung der funktionellen Belastung der Bandscheiben keinen Zweifel läßt.

AXT stellte vergleichende Untersuchungen zwischen Büroangestellten und Schwerarbeitern (der Leipziger Eisen- und Stahlwerke) an. Er kam zu dem klaren Ergebnis, daß Verschleißerscheinungen bei einer berufsmäßig stark beanspruchten WS wesentlich häufiger vorkommen als bei einer WS, die einer solchen Belastung nicht unterworfen ist. So fand er bei Haltungs-

II. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

Die Bearbeitung der Fragestellung nach der Gefügestörung der WS im Gefolge der Armamputation wurde dadurch erleichtert, daß eine der Kuranstalten der Kriegssopferversorgung in einem bekannten Thermalbad über ein bis 1948 zurückreichendes Archiv mit Krankengeschichten und über ein Gerät zur Röntgenganzaufnahme der WS nach dem Verfahren von HEINE und RASPE verfügt, mit dem die Amputationsfolge seit zwei Jahren systematisch verfolgt wird.

Von diesen Krankenunterlagen standen uns 182 Krankengeschichten und 100 Röntgenaufnahmen der WS zur Verfügung.

Das Alter der Patienten lag zwischen 20 und 80 Jahren, die Verteilung auf die einzelnen Altersstufen gibt Tabelle 4 wieder.

Tabelle 5 gibt die Anzahl der Patienten verteilt auf die Jahre, die zwischen Amputation und Nachuntersuchung lagen, wieder. Dazu muß gesagt werden, daß es bei 24 Patienten leider nachträglich nicht mehr möglich war, aus der zur Verfügung gestellten Anamnese den Zeitpunkt der Amputation zu ermitteln.

Von diesen 182 Armamputierten wurden zu Beginn der Kurbehandlung aus diagnostischen Gründen von 100 Patienten a.p. Röntgenganzaufnahmen der WS angefertigt.

Von diesen Patienten sind Alter aus Tabelle 6 und die Zeit zwischen Amputation und Nachuntersuchung aus Tabelle 7 zu ersehen. Hier konnte bei 14 Amputierten der Zeitpunkt der Amputation aus der Anamnese nicht mehr festgestellt werden.

Die Durchsicht der 182 Krankengeschichten geschah nach Festlegung folgender Fragestellung:

1. Klagen und Beschwerden aus der Anamnese.
2. Höhe und Seite der Amputation.
3. Sonstige bei der Untersuchung erhobene Befunde.
4. Ist der Armamputierte Prothesenträger oder nicht.
5. Ist der Armamputierte noch berufstätig oder nicht.

Um auf die Beziehungen zwischen Armamputation und WS-Veränderungen einerseits und die gefundenen objektiven Veränderungen und die geklagten Beschwerden andererseits eingehen zu können, wurden Röntgenganzaufnahmen der WS nach folgenden Gesichtspunkten ausgewertet:

- I. Haltungsveränderungen der ganzen WS.
- II. Lokalisation der Veränderungen in die einzelnen WS-Abschnitte (HWS, BWS, LWS).

Tabelle 4 (Verteilung der Altersstufen
aller 182 Patienten)

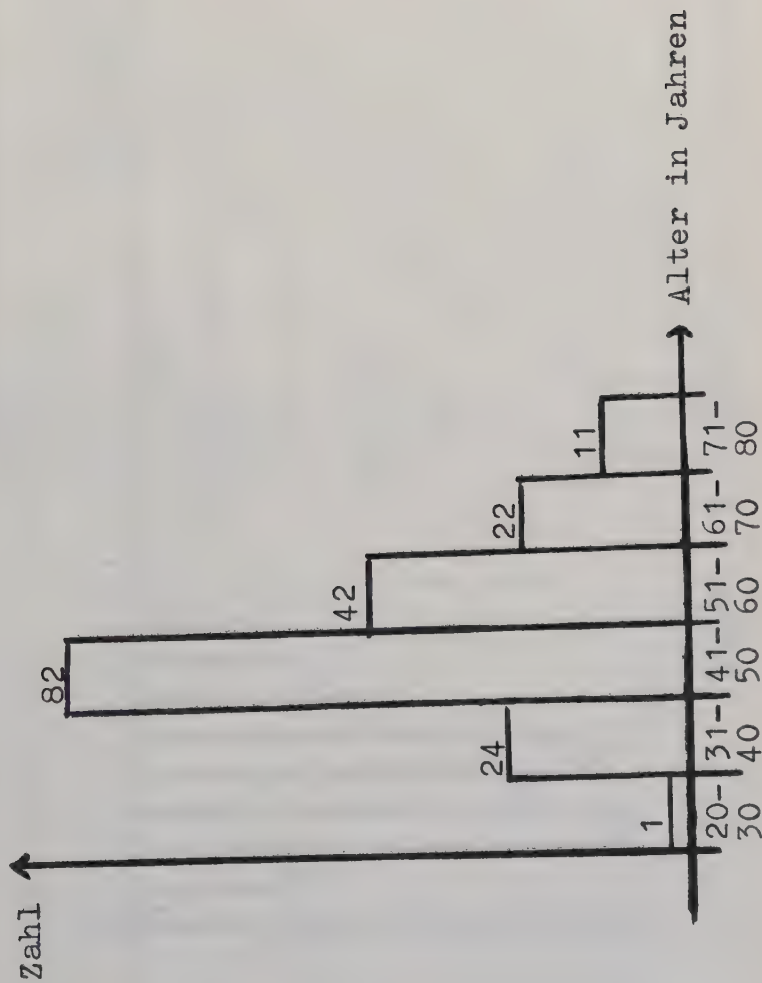


Tabelle 5 (erfaßt sind alle 182 Patienten)

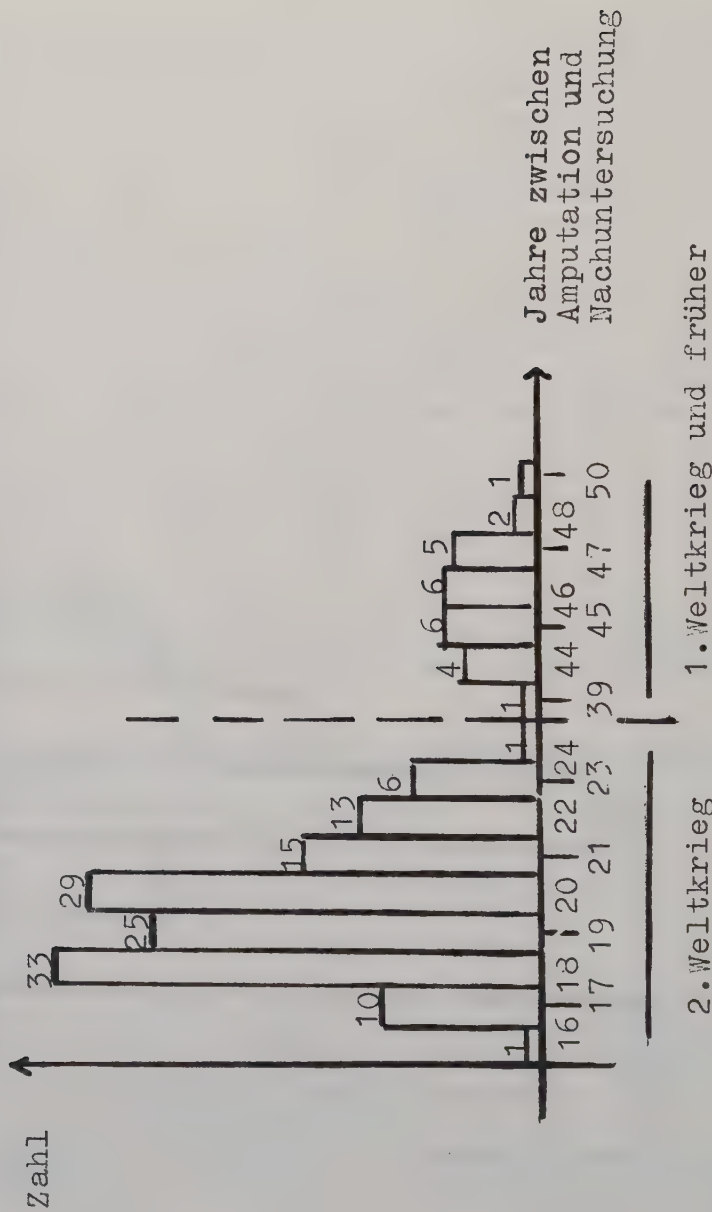


Tabelle 6 (erfaßt 100 Patienten mit
WS- Ganzaufnahme)

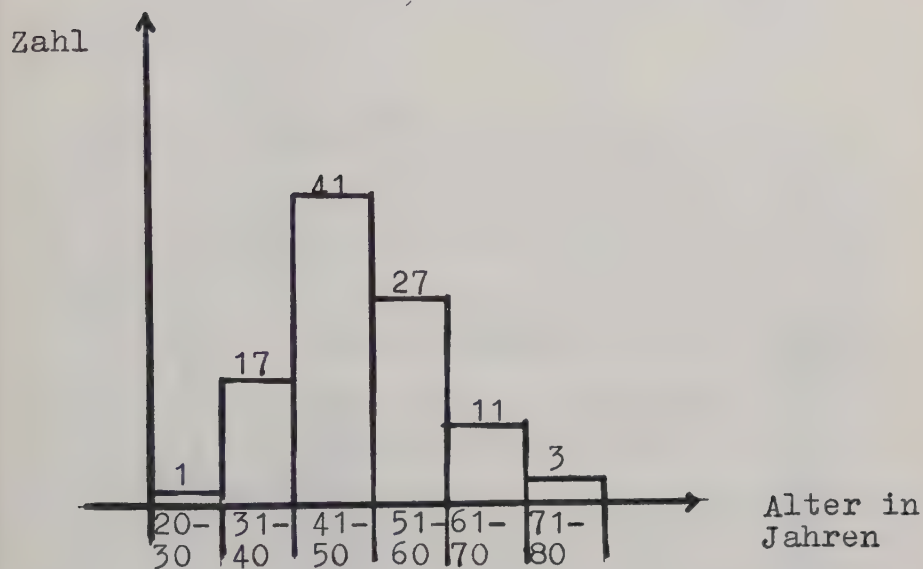
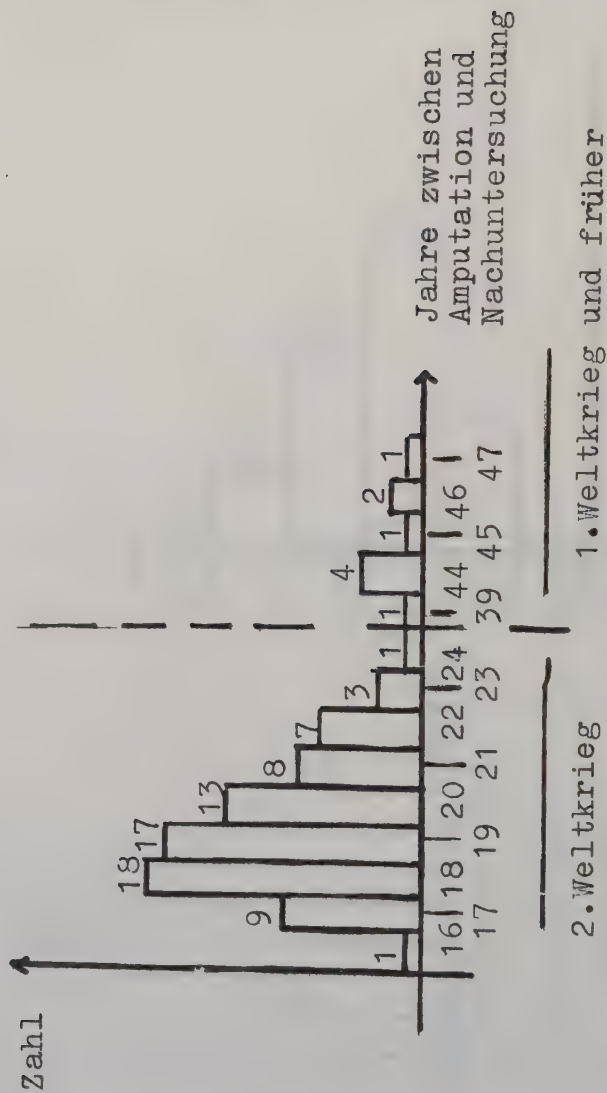


Tabelle 7 (erfaßt 100 Patienten mit
WS Ganzaufnahme)



III. Sonderformen.

IV. Strukturelle Veränderungen an Wirbelkörpern.

V. Veränderungen der Zwischenwirbelräume.

VI. Feststellung der Auswirkung der WS-Verformung auf die Körperschwerpunktachse.

VII. Schulterhochstand.

Diese WS-Ganzaufnahmen wurden in der Versorgungskuranstalt Wildbad nach der "3-Phasen-Methode" nach HEINE und RASPE angefertigt.

Dieses Verfahren geht von dem Wunsche aus, eine gleichmäßige optimale Darstellung der in ihrer Dicke unterschiedlichen Teile der menschlichen WS auf einem Film zu erreichen. Dazu müssen bestimmte Forderungen an die WS-Ganzaufnahme gestellt werden:

1. Die WS-Ganzaufnahme darf in ihrer bildmäßigen Qualität nicht von bisher routinemäßig angefertigten Einzelaufnahmen der HWS, BWS und LWS abweichen.
2. Um die gesamte WS einschließlich Kreuz-Darmbeingelenke, Becken, Symphyse und Okziput zu erfassen, muß ein großer Fokus-Filmabstand gewählt werden (2,50 bis 3 m).
3. Die WS-Ganzaufnahme muß möglichst unter einfachen technischen Bedingungen erfolgen, die ihre Einbeziehung in die tägliche Untersuchungstechnik ermöglicht.
4. Zur exakten Beurteilung der Statik wird die Aufnahme im Stehen angefertigt.

Um nun ein einheitliches Röntgenbild der ganzen WS zu erreichen, werden die Teilabschnitte der WS (HWS, BWS, LWS) in kurzer Folge nacheinander auf einem Film großen Formates (20 x 96 bzw. 30 x 90 cm) aufgenommen, deshalb als "3-Phasen-Technik" bezeichnet (Abb.1).

Die Durchführung geschieht in folgender Weise:

1. Patient, Film und Röhre werden vor der Untersuchung in einem Fokus-Filmabstand von 3 m eingestellt. Der Patient steht während der Aufnahme in einem SCHINZschen Stativ (Abb.2). Der Kopf wird durch eine einfache Halterung fixiert. Die Aufstellung des Patienten und die Fixation an das Stativ erfolgt in der dem Patienten adäquaten "Gewohnheitshaltung".
2. Nach der Aufstellung des Patienten wird die Röhre mit dem Zentralstrahl in Kassettenmitte (etwa D₁₀) justiert, wie auch aus Abb.1 hervorgeht.
3. Stand des Patienten und Einstellung der Röhre werden während der 3-Phasen-Aufnahme nicht verändert.
4. Anfertigung von drei in kurzer Zeit aufeinanderfolgenden Aufnahmen,

jeweils der LWS, BWS und HWS, stets in gleicher Reihenfolge von unten nach oben.

5. Die für die 3-Phasen-Aufnahme erforderlichen Belichtungswerte werden nach Umrechnung aus den Daten der Routinetechnik auf die größere Entfernung gewonnen. Legt man einen Fokus-Filmabstand von 2,80 m zugrunde, so würden sich folgende Daten für die a.p.-Aufnahme ergeben:

	kv	mAs
LWS	80 - 100	400 - 500
BWS	70 - 90	400 - 500
HWS	65 - 80	100 - 120

Wesentlich ist dabei, daß in kurzer Folge die einzelnen WS-Abschnitte unter Standardbedingungen aufgenommen werden, es also möglich ist, die zur Einzelaufnahme nötigen Werte vorher wählen und gesondert einstellen zu können, so daß eine optimale Darstellung der einzelnen WS-Abschnitte erreicht werden kann.

6. Bei dieser Technik muß eine sog. "Schwingblende" verwendet werden, die am Röhrentubus angebracht (Abb.3), die Aufgabe hat, a) die jeweiligen Teilabschnitte der WS, die nicht belichtet werden sollen, auszublenden und b) die oberen und unteren Randbegrenzungen der Einzelaufnahmen während der Belichtungszeit so zu verwischen, daß sich ein stufenlos ineinanderfließendes Bild ergibt. Bei dieser Blende wird die Einstellung der Teilabschnitte der WS vor dem eigentlichen Aufnahmevorgang in die "Vorbereitungsphase" verlagert. Die Blende ist in 3 Einzelteile gegliedert, von denen je eine mit verstellbarem Bildausschnitt für die Aufnahme der LWS, BWS und HWS dient. Bei der Exposition der Aufnahme wird zwischen den einzelnen Phasen eine Transversalbewegung des Blendenkörpers mit den Teilausschnitten der Schwingblende vorgenommen. Transversalbewegung der Einzelblenden und die Steuerung der Schwingbewegung selbst erfolgt über Relais vom Schalttisch.

Abb.4 zeigt die Schwingblende in den drei Schaltstellungen. Mit der Verschiebung der Schwingblendenabschnitte zwischen den einzelnen Phasen erfolgt automatisch die Aufwärtsbewegung der Flachblende zwischen Kassette und Patienten. Dieser Vorgang ist aus Abb.1 zu entnehmen.

Zusammenfassend sei hier nochmals das Verfahren bei der "3-Phasen-Methode" dargestellt:

1. Technisches Prinzip: Dickenangleich (RASPE)
2. Zahl der Einzelaufnahmen: 3
3. Aufnahmespannung: Routinetechnik, entspr. den WS-Einzelabschn.

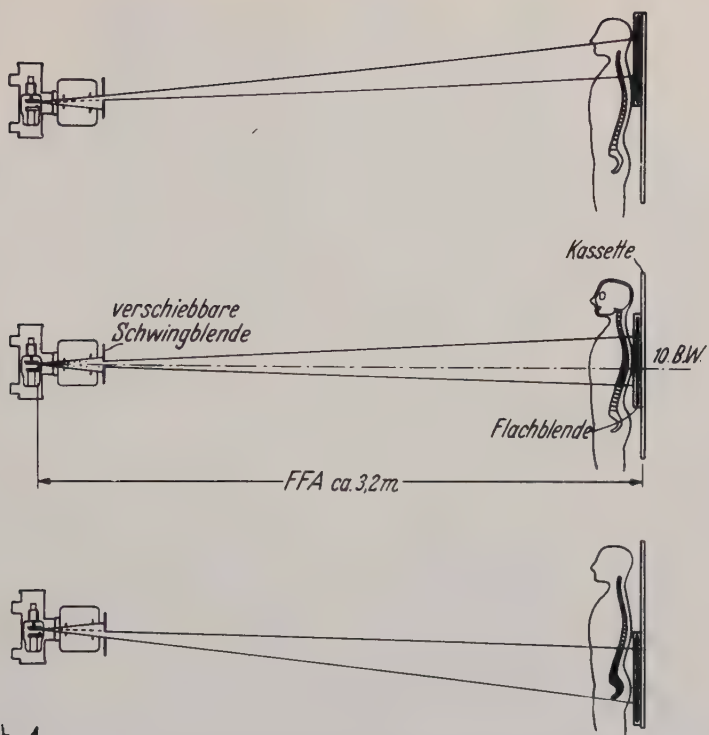


Abb. 1

Schematische Darstellung der Aufnahmeanordnung.



Abb. 2



Abb. 3

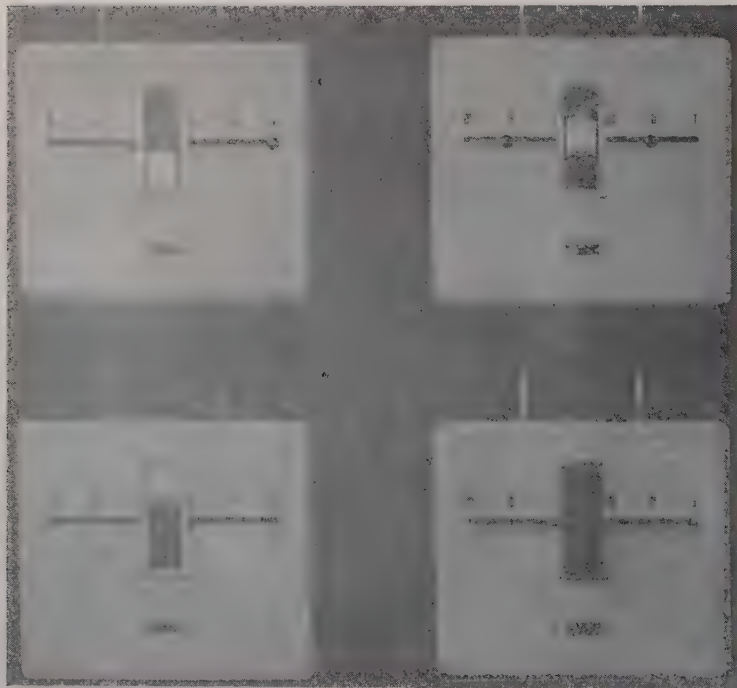


Abb. 4

c

b

a



Tabelle 8

Zahl	Alter in Jahren	Schuljahr	Belastungs- gewicht in kg	Seite der Belastung
1	6	1	2, 0 kg	rechts
1	7	2	3, 0	rechts
1	9	3	3, 5	rechts
1	9	4	4, 5	rechts
1	11	6	3, 5	rechts
1	11 1/2	6	5, 5	rechts
				links
1	11 1/2	6	5, 5	rechts
1	12	6	5, 5	rechts
1	12 1/2	7	6, 0	rechts
1	14	8	6, 0	rechts
1	15	8	8, 0	rechts
11				

- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| 4. Röntgenapparat: | 6 Ventil |
| 5. Zusatzgerät: | Schwingblende |
| 6. Sekundärstrahlenblende: | Feinrasterblende 40 x 40 cm |

Darüber hinaus galt es, die Frage nach dem Mechanismus der Entstehung derartiger WS-Veränderungen zu klären, d.h. festzustellen, ob die Annahme, daß der durch die Amputation eingetretene einseitige Massenverlust zu statischen Veränderungen der WS führen kann, berechtigt und ggf. experimentell belegbar ist.

Diese Nachprüfung erscheint um so berechtigter, als seither gerade im speziellen Fall der Armamputation die Angaben in der Literatur nicht einheitlich sind.

JENNY sieht im Nichttragen der Prothese die Ursache für Schulterhochstand und Schiefhaltung des Oberkörpers, während zur VERTH eine Abhängigkeit der Oberkörperverziehung vom Tragen einer Prothese nicht feststellen konnte. PITZEN beschreibt die Schiefhaltung des Rumpfes nach Armamputation als Folge der ungleichmäßigen Belastung des Schultergürtels.

Zur Objektivierung der Einwirkung einseitiger Belastung fertigten wir im Institut für Klinische Strahlenkunde der Universität Mainz Röntgenganzaufnahmen der WS von 11 Kindern im Alter von 6 bis 15 Jahren an.

Wir machten jeweils 2 Aufnahmen in der möglichst natürlichen Haltung des Kindes:

1. Eine "Leeraufnahme" ohne jegliche Belastung, um zunächst die Eigenform der kindlichen WS festzuhalten.
2. Eine zweite Aufnahme unter einseitiger Gewichtsbelastung, wobei das betreffende Kind während der Aufnahme ein Gewicht in der Hand zu tragen hatte, um die unter dieser Belastung eingetretene Veränderung der WS feststellen zu können.

Abb.5a zeigt die Haltung während der "Leeraufnahme",

Abb.5b zeigt die Haltung unter der einseitigen Gewichtsbelastung,

Abb.5c zeigt den Versuch, die unter einseitiger Gewichtsbelastung eingenommene Haltung zu korrigieren.

Die Belastungsgewichte wurde auf die Weise bestimmt, daß an einer Volksschule der Stadt Mainz die Durchschnittsgewichte der Schultaschen in den einzelnen Schuljahren ermittelt wurden. So wurde sichergestellt, daß die Kinder mit den Gewichten belastet wurden, mit denen sie täglich auf dem Weg von und zur Schule einer einseitigen Gewichtsbelastung ausgesetzt sind, zumal die meisten Kinder heute Schultaschen anstelle der auf dem Rücken zu tragenden Tornister benutzen.

Das Alter, Schuljahr und die Belastungsgewichte der untersuchten Kinder sind aus Tabelle 8 zu entnehmen.

Die Röntgenganzaufnahmen der WS dieser Kinder wurden nach dem Verfahren von Siemens-Reiniger hergestellt.

Bei diesem Verfahren erfolgt ein Dickenausgleich der unterschiedlichen Medien der WS. Dieser Dickenausgleich wird durch einen fokusnahen rotierenden Ausgleichsfilter erreicht. Abb.6 zeigt den Aufbau des Gerätes mit Spezialstativ mit eingebauter motorisch bewegter Rasterblende, fokusnaher rotierender Ausgleichsblende und Tiefenblende mit Lichtvisier.

Die Durchführung geschieht in folgender Weise:

1. Patient, Film und Röhre werden in einem Fokus-Filmabstand von 3 m eingestellt.
2. Der Patient steht während der Aufnahme vor einer Stützwand, hinter der eine höhenverschiebbare Streustrahlenblende montiert ist.
Der Patient wird in seiner ihm eigenen "Gewohnheitshaltung" aufgestellt und wie Abb.7 zeigt, zur Vermeidung von Bewegungsunschärfen durch Haltepelotten und eine Kopfstütze fixiert.
3. Der Zentralstrahl wird horizontal eingestellt unter Einhaltung eines Fokus-Filmabstandes von 3 m. Direkt im Strahlengang der Röntgenröhre befindet sich eine Justierscheibe, aus der zwei Lichtmarken austreten, die so einzustellen sind, daß sie mit dem 2.Halswirbel und 5.Lendenwirbel zusammenfallen. Weder Stand des Patienten noch Einstellung der Röhre werden während der Aufnahme verändert.
4. Nun wird die Ausgleichsblende aufgesetzt, die vor der Tiefenblende angeordnet ist und auf deren Drehachse je nach Bedarf eine Ausgleichsschablone befestigt wird, wie Abb.8 zeigt.

Die Ausgleichsblende rotiert während der Belichtung, motorisch angetrieben, mit etwa 2 U/s vor der Tiefenblende. Um bei der intermittierenden Belichtung die richtige Schwärzung in allen WS-Bereichen zu sichern, muß der Röhrenstrom so gewählt werden, daß die Belichtungszeit nicht kleiner als 2 s ist.

Die Bewegung der Rasterblende und die Rotation der Ausgleichsblende werden kurz vor Beginn der Aufnahme automatisch eingeschaltet.

Die Wahl der Ausgleichsschablone geschieht nach der Körperform des Patienten. Aus der Abb.9 ergibt sich die Zuordnung der Schablonen zur Körperform. Abb.9 zeigt die verschiedenen Formen der Ausgleichsschablonen.

5. Anfertigung einer Aufnahme, wobei für einen Sechsentilapparat und einen Fokus-Filmabstand von 3 m folgender Wert gilt:

a.p. 85 kV 300 mAs Saphitfolie.

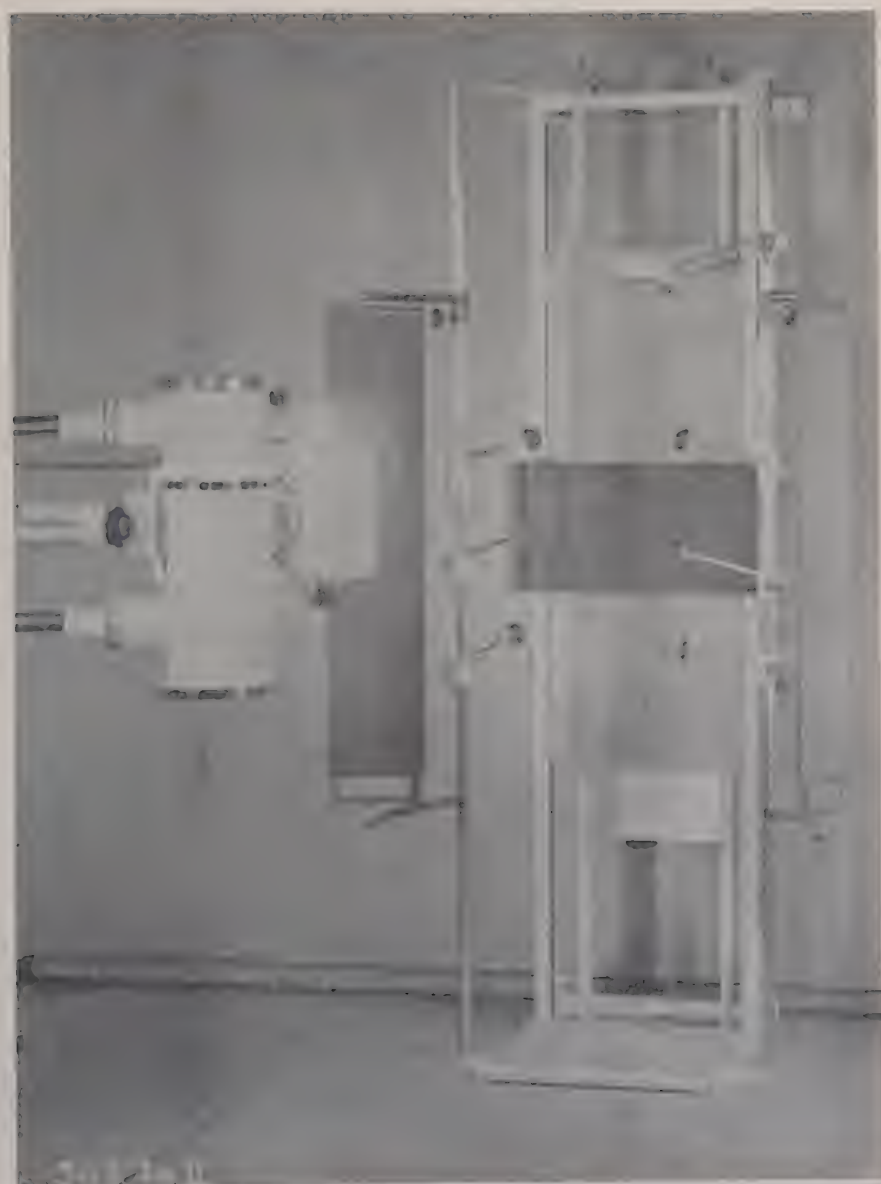


Abb. 6

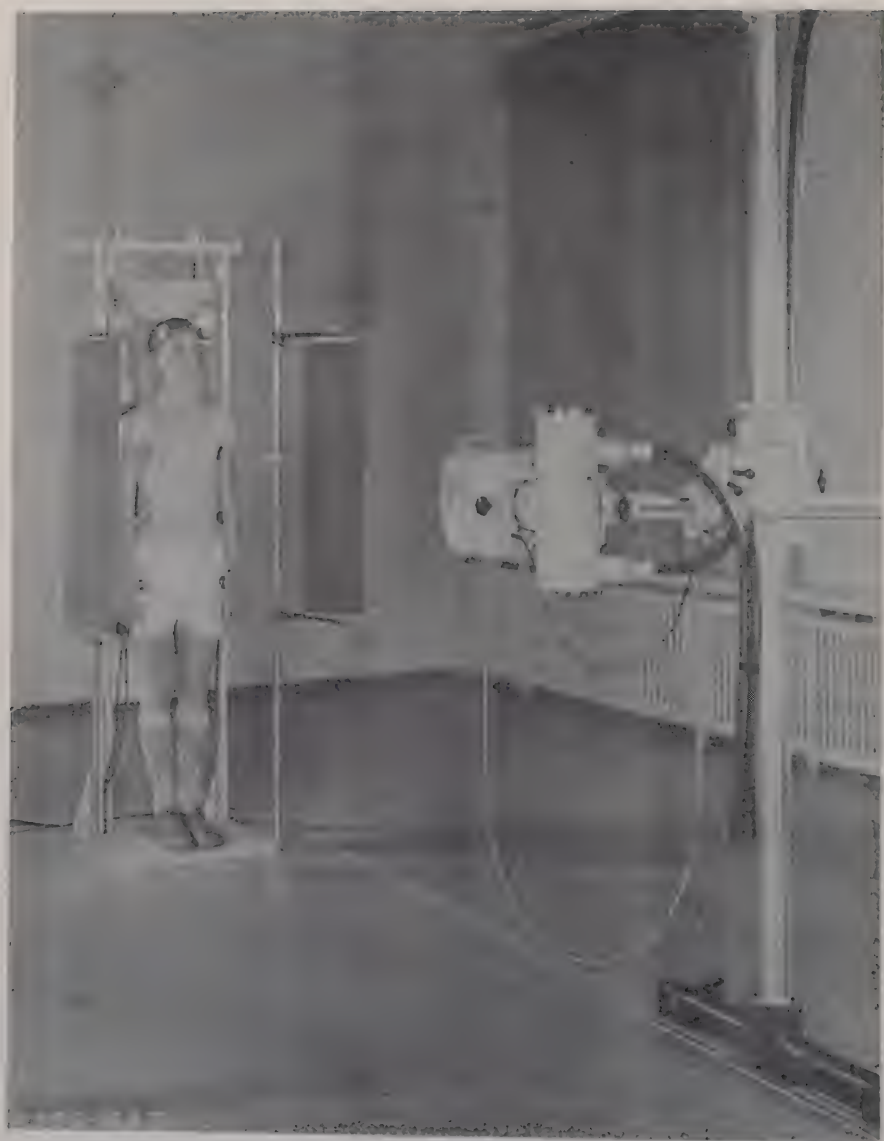


Abb. 7

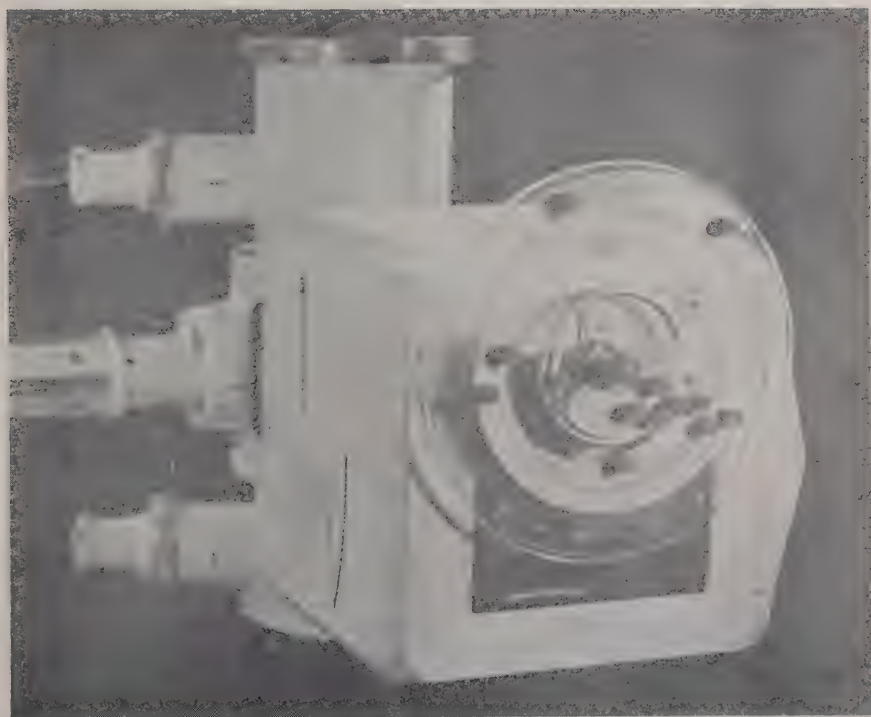


Abb. 8

Tabelle 9

Körper des Patienten	Hals des Patienten dick normal dünn		
	S c h a b l o n e		
dünn	1	2	3
normal	4	5	6
dick	7	8	9
10 bei bes.geringer Abdomendicke zusätzlich			

Abb. 9



Bei diesem Verfahren ist es nun möglich, die ganze WS mit einer Aufnahme auf einen Film (30 x 90 cm) aufzunehmen. Die unterschiedliche Strahledurchlässigkeit der einzelnen WS-Abschnitte wird durch eine Bleischablone ausgeglichen, die - wie bereits ausgeführt - vor dem ausgeblendeten Strahlenbündel der Tiefenblende rotiert. An den verschiedenen Stellen der rotierenden Schablone werden während der ganzen Belichtungszeit die Röntgenstrahlen mehr oder weniger lange abgeblendet und dadurch die unterschiedliche Strahledurchlässigkeit der verschiedenen WS-Abschnitte ausgeglichen. Hierdurch wird eine Aufhärtung der Strahlen gerade bei den dünnsten Teilen (HWS) vermieden.

Zusammenfassend sei hier nochmals das Verfahren dargestellt:

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| 1. Technisches Prinzip: | Dickenausgleich |
| 2. Zahl der Einzelaufnahmen: | 1 |
| 3. Aufnahmespannung: | 80 - 110 kV |
| 4. Röntgenapparat: | 6-Ventil |
| 5. Zusatzgerät: | Rotierender Ausgleichsfilter |
| 6. Sekundärstrahlenblende: | Spezialraster (30 x 90 cm) |

III. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Die Durchsicht der Krankengeschichten, nach oben bereits angeführter Fragestellung, ergab in den einzelnen Punkten folgendes Bild:

1. Die Klagen und Beschwerden, die sich aus der Anamnese ergaben, konnten folgendermaßen in der Reihenfolge der Häufigkeit zusammengefaßt werden:
 - a) Stumpfschmerzen
Durchblutungsstörungen am Stumpf
Phantomschmerzen
Phantomgefühl
Vom Stumpf ausstrahlende Schmerzen
 - b) Schmerzen in einer oder beiden Schultern, einschließlich Gelenke
 - c) Allgemeine Kreuz- und Rückenschmerzen
 - d) Herzbeschwerden
Kopfschmerzen) meist in Zusammenhang mit
Nervosität) Stumpfschmerzen geklagt
Schwindel
Kurzatmigkeit
Schwitzen und Schweißausbrüche
2. Befunde, die bei der Untersuchung erhoben wurden, erstreckten sich auf:
 - a) Bei Armamputation oft gesehenen Schulterhochstand und die Atrophie der Brust- und Schultermuskulatur auf der amputierten Seite, sowie
 - b) Hartspann der Nacken-, Schulter- und Rückenmuskulatur
 - c) Schmerzempfindlichkeit)
Klopfempfindlichkeit) der einzelnen WS-Abschnitte
Bewegungseinschränkung)
3. Die Verteilung der Amputationshöhe und Amputationsseite ergab folgendes Bild (Abb.10).

In der Literatur ist die Frage der Einwirkung der Prothese auf die Haltungsveränderungen diskutiert worden. Es erschien daher wichtig, die Zahl der Prothesenträger unter den Amputierten zu ermitteln, die einer röntgenologischen Untersuchung unterzogen werden konnten. Es ergab sich, daß nur 30% der mit dem Ganzaufnahme-Verfahren Untersuchten eine Prothese trugen.

Ein Einfluß auf die Zusammenhänge zwischen Armamputation und WS-Veränderung könnte auch der Berufstätigkeit der Amputierten zugeschrieben werden. Bei den anamnestischen Erhebungen diesbezüglich stellte sich heraus, daß ins-

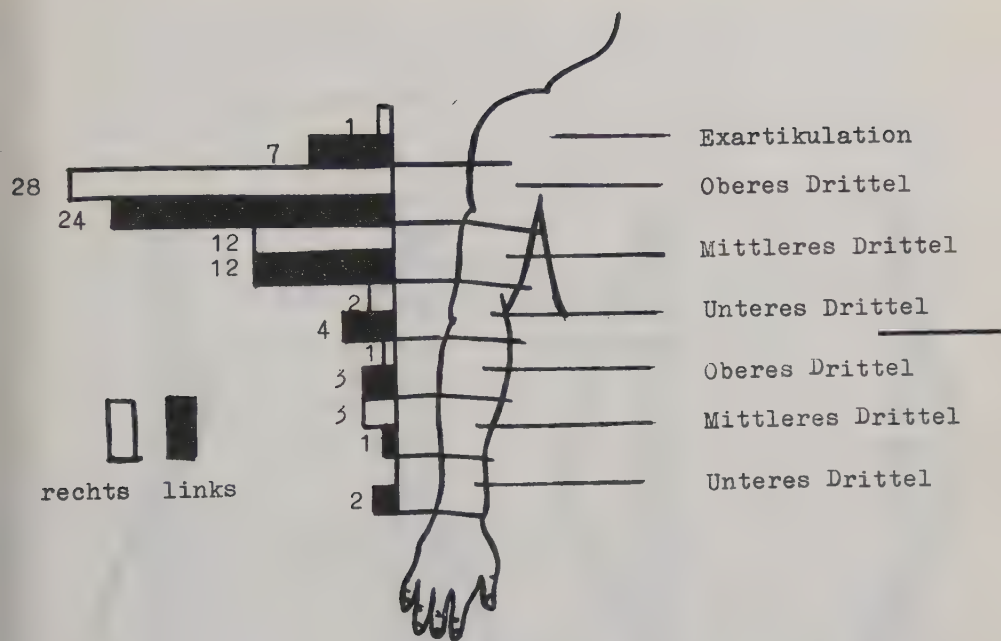


Abb. 10

Abb. 11 (schematisch)
 Darstellung der Haltungsveränderungen zu I.

Abb.11 a

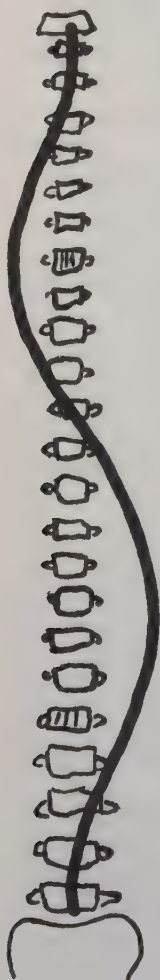


Abb.11 b

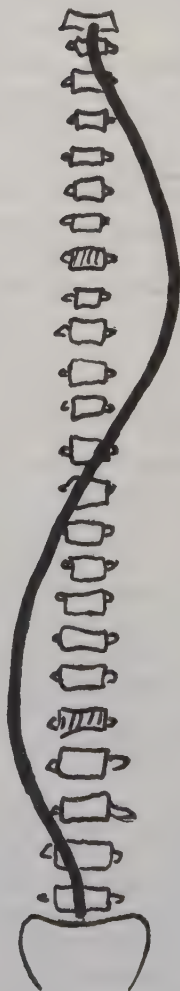


Abb.11 c

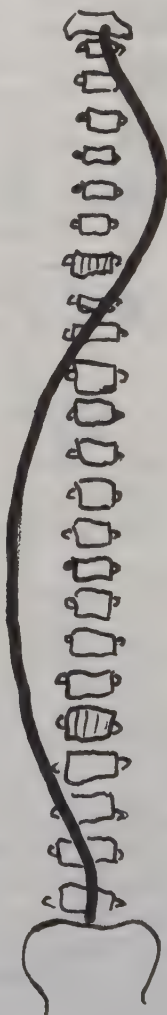
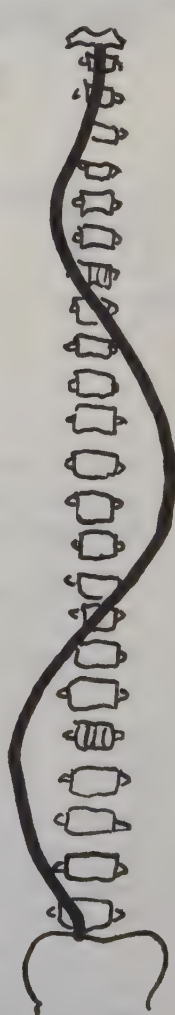


Abb.11 d



gesamt 13,18% zum Zeitpunkt der Untersuchung nicht mehr berufstätig waren, wobei aber zu berücksichtigen ist, daß davon 54,2% bereits das 65. Lebensjahr überschritten haben.

Die übrigen verteilten sich auf Berufe wie Beamte, Lehrer, Angestellte, Kaufleute, Telephonisten, Pförtner, Büroboten, Schaffner, Vertreter, Buchhalter und Facharbeiter (ohne körperliche Schwerarbeit).

Ausgesprochene Schwerarbeiter im Sinne der Untersuchungen von SCHLOMKA waren nicht vertreten.

Die Auswertung der 100 Röntgenaufnahmen der WS nach den oben angegebenen Gesichtspunkten ergab für die Punkte I und II folgende Ergebnisse: (siehe S. 10/11)

1. Haltungsveränderungen, welche die gesamte WS betrafen.
Diese waren zu unterscheiden in:
 - a) dreibogige Skoliosen
 - b) zweibogige Skoliosen
 - c) einbogige Totalausladungen
 2. Veränderungen größeren Ausmaßes,
bei denen ebenfalls wieder zu unterscheiden war in:
 - a) doppelbogige Skoliosen
 - b) großbogige Ausladungen
 3. Haltungsveränderungen, die die LWS und BWS betroffen haben:
 - a) doppelbogige Ausladungen
 - b) einbogige Ausladungen
 4. Veränderungen mit alleiniger Beteiligung der BWS:
 - a) doppelbogige Ausbiegungen
 - b) einbogige Ausbiegungen
 5. Veränderungen, die sich auf die BWS und HWS erstreckten:
 - a) doppelbogige Ausladungen
 - b) einbogige Ausladungen
-
1. a) Bei einem Amputierten fand sich eine dreibogige Skoliose ohne Veränderung des Beckenstandes. Bei diesem Patienten betrug die Zeit zwischen Amputation am linken Oberarm und Nachuntersuchung 44 Jahre.
Die Veränderungen entsprechen denen der Abbildung 11c.
b) Ein Patient zeigte eine Haltungsveränderung in Form einer zweibogigen Skoliose, der Abbildung 11a entsprechend. Hier be-

stand die Amputation am rechten Oberarm seit 22 Jahren.
4 Amputierte zeigten Veränderungen der Abbildung 11b entsprechend. Die Amputationen links bestanden seit 17 bis 20 Jahren.
Ein Patient wies eine Haltungsveränderung entsprechend der Abbildung 11c auf. Hier bestand die linksseitige Exartikulation im Schultergelenk seit 19 Jahren.

Bei allen diesen mehrbogigen Skoliosen lag die obere Ausladung zur amputierten Seite, die untere zur nicht-amputierten Seite hin.

- c) Bei 5 Armamputierten war eine Haltungsveränderung der ganzen WS in Form einer großbogigen Ausladung festzustellen, wobei die Konvexität des Bogens bei 4 Patienten auf der Seite der Amputation, bei einem Patienten auf der nicht-amputierten Seite lag. Die Amputationshöhe lag im oberen Drittel des Oberarmes. Während das Durchschnittsalter bei 44 Jahren lag, betrug die Amputationszeit im Durchschnitt 20 Jahre.
2. Veränderungen größeren Ausmaßes, d.h. die Ausdehnung der Veränderungen erstreckte sich mehr oder weniger über die einzelnen Abschnitte. Es wurden hier 12% in der Weise betroffen, daß zwar HWS, BWS und LWS in die Veränderungen einbezogen sind, jedoch nicht wie bei I. alle Wirbelkörper erfaßt sind. Dabei war bei 4 Patienten ein Beckenschiefstand zu sehen, darunter 2 mit deutlicher Neigung zur nicht-amputierten Seite.
- a) 7 doppelbogige Ausladungen (ab LWS bis in die untere HWS, mit Scheitelpunkten in der oberen LWS, unteren oder oberen BWS). Bei 5 Amputierten war der obere Bogen zur amputierten Seite konvex.
 - b) 5 großbogige Ausladungen (ab L₁ oder L₂ mit den Scheitelpunkten in der mittleren BWS), von denen 4 zur amputierten Seite konvex waren.
- In allen Fällen bestand die Amputation am Oberarm.
3. Veränderungen der Haltung, welche die LWS und BWS betroffen haben, waren bei 28 Patienten festzustellen. Bei 7 Patienten trat ein Beckenschiefstand hinzu, wovon in einem Falle eine Neigung zur nicht-amputierten Seite bestand. Auch hier ließen sich wieder zwei Formen unterscheiden:
- a) 10 doppelbogige Ausladungen im Bereich der LWS und BWS. Die Amputationshöhe lag hier - bis auf 1 Unterarm-Amputation im oberen oder mittleren Drittel des Oberarmes. Die Scheitelpunkte der unteren Ausladung lagen vorzugsweise in der oberen LWS, die Schei-

telpunkte der oberen Ausladung erstreckten sich über die mittlere und obere BWS.

- b) 18 einbogige Ausladungen, von denen 10 zur amputierten Seite konvex waren.

Die Scheitelpunkte traten bei den Amputationen des Oberarmes gehäuft in der unteren BWS auf, bei den Unterarm-Amputationen erstreckten sie sich von der unteren bis in die mittlere BWS.

- 4. Veränderungen mit alleiniger Beteiligung der BWS zeigten 13% der Untersuchten. Auch diese Veränderungen traten in zwei Formen auf:

- a) 4 doppelbogige Ausladungen mit Konvexität des oberen Bogens zur amputierten Seite. Die Amputationen lagen in Höhe des Oberarmes. Die Scheitelpunkte der Ausbiegungen beschränkten sich auf obere und untere BWS.

- b) 9 einbogige Ausladungen der BWS, bei 9 Patienten zur amputierten Seite konvex. Hier waren die Scheitelpunkte fast ausnahmslos auf die Mitte der BWS beschränkt.

- 5. Veränderungen, die sich auf die BWS und HWS erstreckten, zeigten sich bei 12 Patienten. Ein Beckenschiefstand trat in einem Falle auf mit Neigung zur Amputationsseite.

- a) 5 doppelbogige Veränderungen, die von der BWS in die HWS laufen. Darunter war eine ausgesprochene Torsionsskoliose zu sehen. In allen 4 Fällen lag die Konvexität der mittleren und oberen BWS auf der Seite der Amputation.

- b) 6 großbogige Veränderungen, die max. schon bei D₁₂ begannen und in die obere HWS reichten. Bei 5 Amputierten lag die Konvexität des Bogens auf der Amputationsseite. Die Scheitelpunkte lagen um die Mitte der BWS.

- c) Es zeigte sich hier noch eine ausgesprochene Linkstorsion in der mittleren und oberen BWS, die sich bis in die HWS erstreckte.

Hier seien nochmals (in Tabelle 10) die bei 100 röntgenologisch untersuchten Armamputierten gefundenen Haltungsveränderungen der WS zusammengestellt bezüglich ihrer zahlenmäßigen Verteilung:

Trägt man die Scheitelpunkte von 38 einbogigen Veränderungen der WS graphisch in ihrer Beziehung zur Lokalisation und Amputationshöhe auf, ergibt sich für die Verteilung auf die einzelnen Wirbelkörper das in der graphischen Darstellung 3 gegebene Bild.

Die auf die einzelnen Wirbelkörper zutreffenden Scheitelpunkte in ihrer Verteilung auf die einzelnen WS-Abschnitte zeigt die graphische Darstellung 4. Die graphische Darstellung 5 gibt die Lokalisation der Scheitelpunkte des unteren und oberen Bogens einer zweibogigen Skoliose bei den verschiedenen Amputationshöhen wieder.

Die graphische Darstellung 6 der auf die einzelnen Wirbelkörper zutreffenden und in ihrer Anzahl (1-5) verteilten Scheitelpunkte.

Bei der Untersuchung der Beziehung der Konvexität der bogenförmigen Haltungsveränderungen zur Seite der Amputation ergibt sich das Bild bei den einzelnen Formen der Tabelle 11.

Eine erkennbare Häufung bestimmter Formen der Haltungsveränderungen bezüglich einer bestimmten Zeit zwischen Amputation und Nachuntersuchung ließ sich nicht feststellen. Es traten bei längerer Amputationszeit nicht mehr oder weniger ein- oder mehrbogige Veränderungen auf, als etwa bei nur weniger Jahren nach der Amputation.

III. Unter den röntgenologisch Untersuchten zeigten sich Bilder von WS-Veränderungen, die ich hier als "Sonderformen" bezeichnen möchte. Darunter fallen Veränderungen der WS, die nicht den oben gesehenen in Form einer bogenförmigen Ausladung der gesamten WS oder eines ihrer Abschnitte entsprechen.

Hier anzuführen wäre die mehrmals gesehene Abknickung meist in der mittleren BWS, ferner Kippstellungen ganzer WS-Abschnitte oder einzelner Wirbelkörper in geschlossener Formation oder varianter Stellung. Dabei ergab sich mehrmals eine wellenförmige Gestaltung mit, meist aber ohne erkennbare Links- oder Rechtskonvexität.

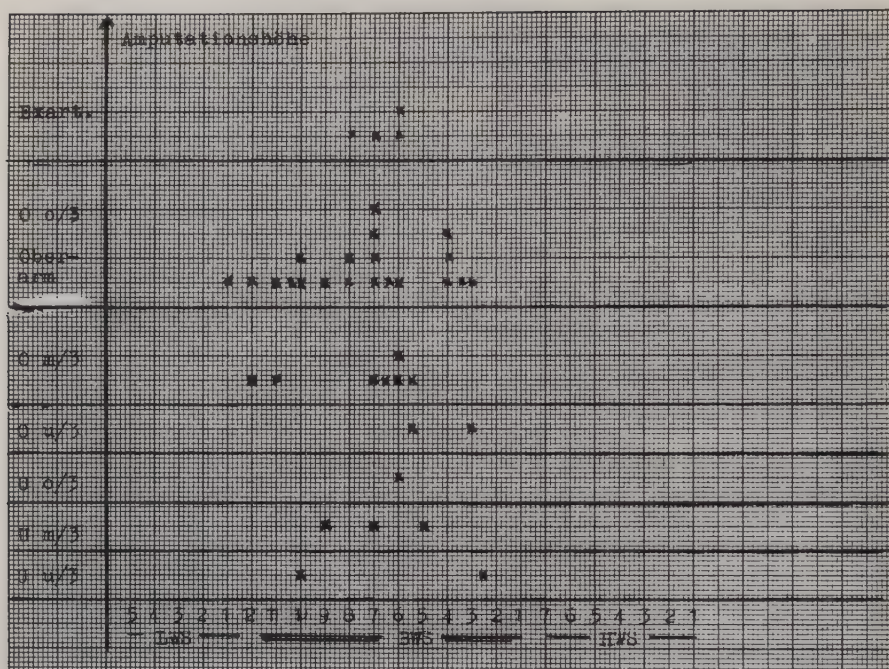
Diese Veränderungen waren zum größten Teil in der BWS zu finden. Im Bereich der oberen BWS und unteren HWS war deutlich der Versuch zu erkennen, unter Torsion die Lotrechte wieder zu erreichen (Röntgenbild 1).

Außerdem zeigte sich, daß gegenläufige Ausladungen nicht immer direkt aufeinanderfolgen müssen, sondern durch völlig gerade laufende Mittelstücke getrennt sein können. Bei 1/3 der Fälle konnte festgestellt werden, daß Ausladung, Knick- oder Kipprichtung im Bereiche der mittleren und oberen BWS auf die Seite der Amputation lief.

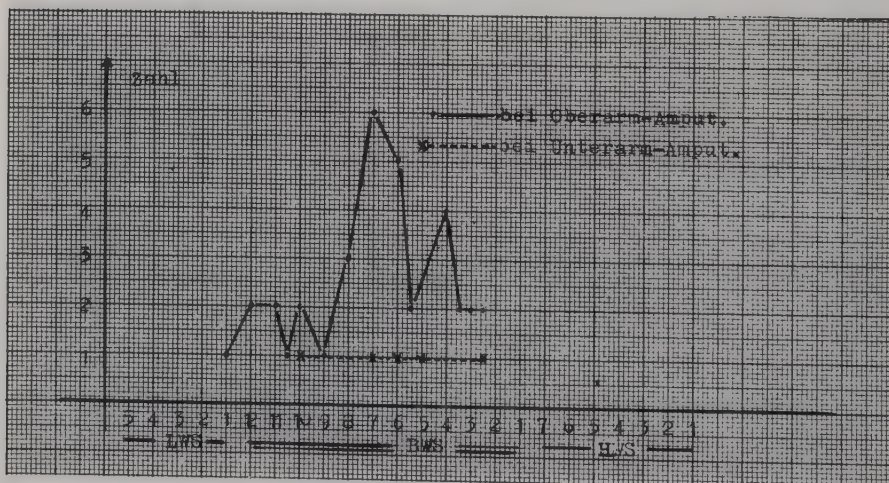
	dreibogige Ausladungen der WS	zweibogige	einbogige WS
I. Haltungsveränderungen- die ganze WS betreffend	1	6	5
II. Haltungsveränderungen größeren Ausmaßes		7	5
III. Haltungsveränderungen der LWS und BWS		10	18
IV. Veränderungen der BWS		4	9
V. Veränderungen der BWS und HWS	Links-Tors.	5	6
	1		
Summe	1 1	32	43

Tabelle 10

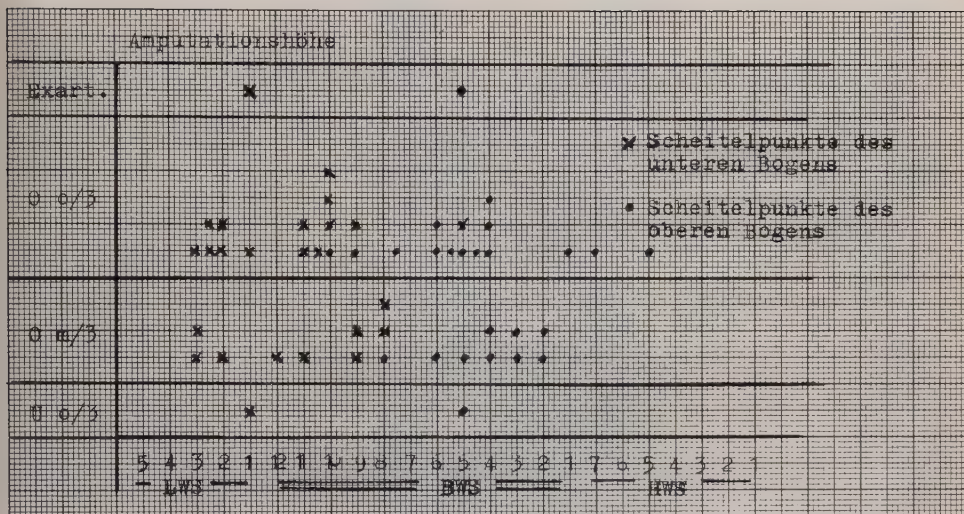
Graphische Darstellung 3



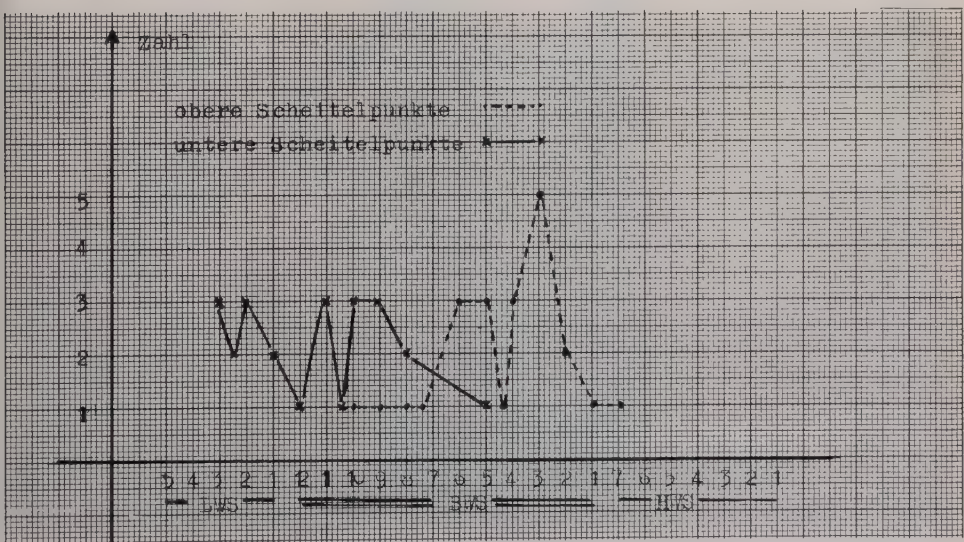
Graphische Darstellung 4



Graphische Darstellung 5



Graphische Darstellung 6





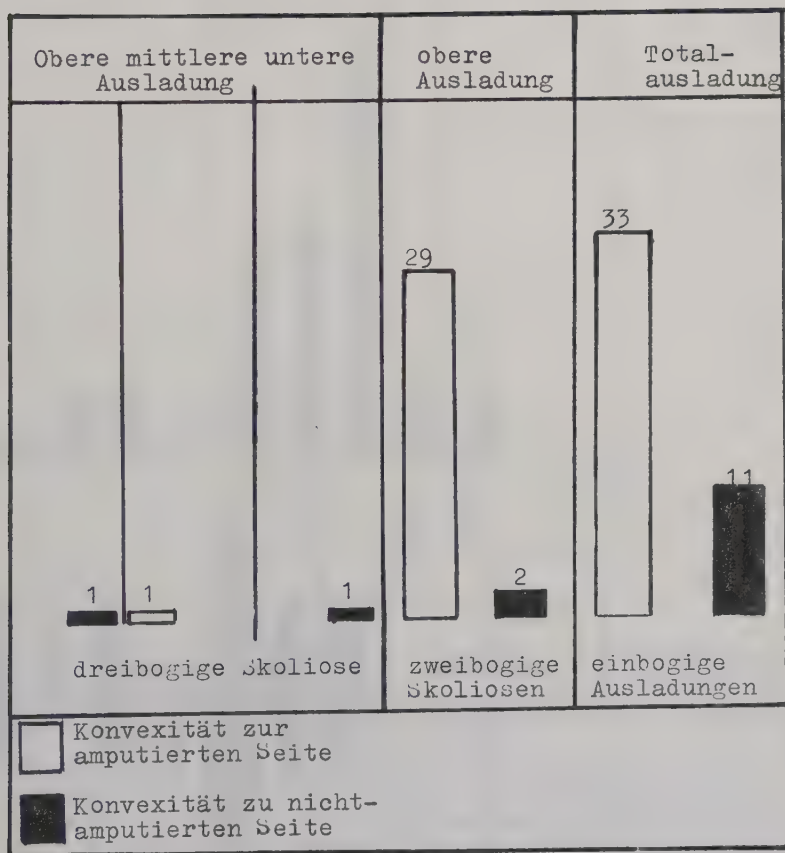
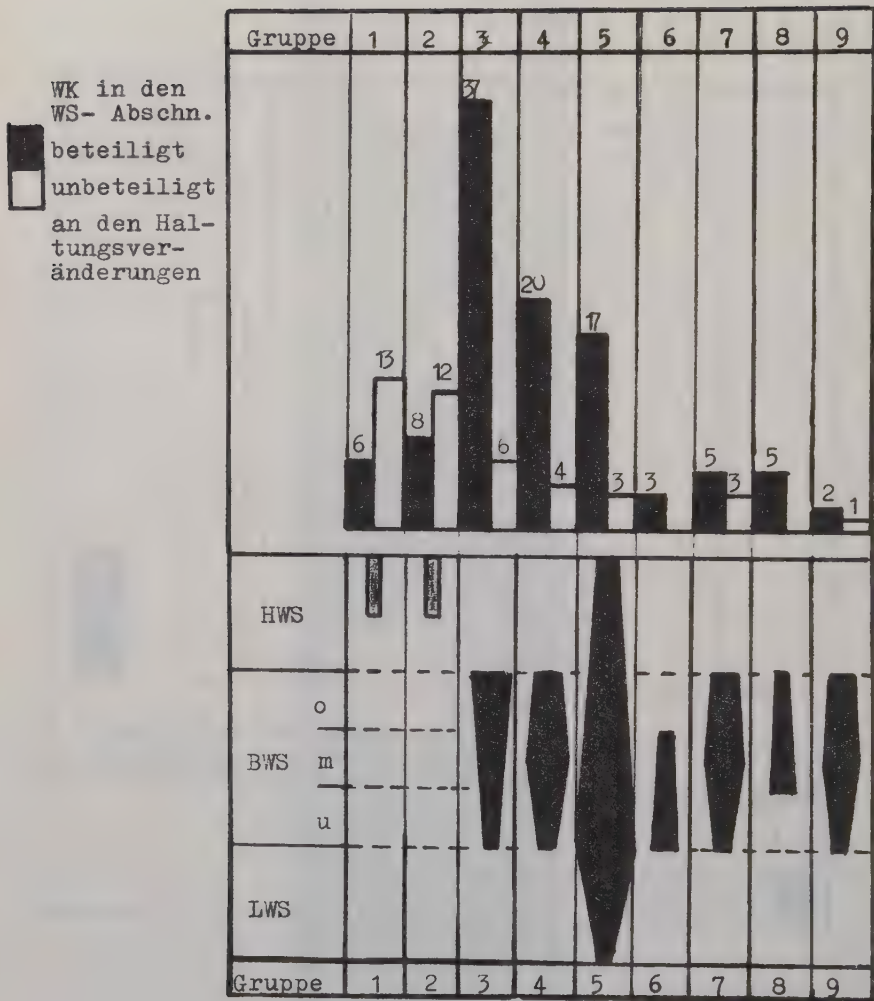


Tabelle 11



Graphische Darstellung 7

IV. Bei 100 röntgenologisch untersuchten Armamputierten zeigten 35% - soweit auf einer Röntgenaufnahme der WS zu beurteilen - keinerlei oder keine groben strukturellen Veränderungen an den Wirbelkörpern, ob sie nun in die Haltungsveränderungen einbezogen waren oder nicht. 65 Bilder der WS zeigten jedoch in unterschiedlichen Schweregraden Veränderungen an den Wirbelkörpern, wobei ca. 1/5 der strukturellen Veränderungen in dem Bereich der WS lagen, der nicht von einer Haltungsveränderung ergriffen war.

Es konnten folgende Gruppen von Veränderungen zusammengefaßt werden:

1. Osteochondrose
2. Arthr. uncovertebralis
3. Randnasenausziehungen,
Randzacken,
Randwülste
4. Deckeleindellungen
5. Knöcherne Brückenbildungen,
Verblockung,
beginnender oder vollendeter M.BECHTEREW
6. (Flämische Säule) Ankylosierende Spondylosis deformans
7. Deformierung der Wirbelkörper:
 - a) WK in die Breite gedrückt
 - b) WK nach oben kegelförmig verjüngt
8. Versinterung
9. Spondylarthrose

In der graphischen Darstellung 7 sind die gefundenen Veränderungen nach diesen Gruppen geordnet, ihrer Anzahl nach und in Verteilung ihrer Häufigkeit auf die einzelnen WS-Abschnitte eingetragen.

V. Bei der Beurteilung der Zwischenwirbelräume ergab sich, daß 68 Patienten Veränderungen der Zwischenwirbelräume aufwiesen, wobei die Veränderungen der Zwischenräume bei den Amputierten mit Osteochondrose der HWS und mit beginnendem oder vollendetem M.BECHTEREW oder ähnlichen Bildern nicht berücksichtigt wurden.

In Tabelle 12 sind in der Reihenfolge der Häufigkeit der Lokalisation der Zwischenwirbelraumeinengung die einzelnen WS-Abschnitte von oben nach unten eingetragen. Lediglich in der HWS fanden sich vereinzelt Einengungen der Zwischenwirbelräume, die nicht im Zuge einer Haltungsveränderung lagen.

Es ist noch zu bemerken, daß in über 1/3 der Fälle die Einengung der Zwi-

schenräume an Scheitelpunkten der Ausladungen, sowie an Umschlagstellen eines Bogens in den anderen und an Knick- und Kippstellen auftraten.

VI. Bei 77% der röntgenologisch Untersuchten stellte sich heraus, daß eine statische Kompensation der mehr oder weniger schweren Haltungsveränderungen nicht mehr erreicht wurde. Wir benutzten die Übereinstimmung bzw. Abweichung der Achsen durch C₂ und L₅ als Maß der Kompensation bzw. Verlagerung der Körperschwerpunktachse und damit des Körperschwerpunktes.

Während bei 23% die statische Kompensation gelungen ist, zeigte sich bei der Mehrzahl der Fälle z.T. eine schwere (bis max. 7 cm), z.T. eine weniger schwere Abweichung.

In folgender Tabelle 13 finden sich die Abweichungen verteilt auf ihren Schweregrad. Ferner wurde die Verlagerung der Achse zur amputierten bzw. nicht-amputierten Seite berücksichtigt.

VII. Röntgenologisch war bei 63% der Amputierten ein mehr oder weniger starker Schulterhochstand zu finden, deutlich erkennbar an der auffälligen Steilstellung der Clavicula und an sehr oft stark veränderter Rippenstellung auf der Seite des Schulterhochstandes.

In Tabelle 14 sind die Seite des Schulterhochstandes, die Seite der Amputation sowie Angaben über das Tragen einer Prothese eingetragen.

Zur Klärung der Frage nach dem Einfluß eines einseitigen Massenverlustes auf den Mechanismus der WS-Veränderungen nach einer Armamputation wurden die oben beschriebenen Röntgenganzaufnahmen von 11 Kindern im Alter von 6 - 15 Jahren vor und unter einer einseitigen Gewichtsbelastung ausgewertet. Bei 10 Kindern waren es jeweils 2 Aufnahmen, bei 1 Kind entstanden 3 Aufnahmen, a) da es sowohl rechts b) als auch links belastet wurde.

1. Durch die einseitige Gewichtsbelastung traten bei 3 Kindern keinerlei Veränderungen der WS ein.

In Tabelle 15 sind neben Gewichtsgröße und Seite der Belastung Größe und Gewicht angegeben, woraus zu entnehmen ist, daß alle 3 Kinder bezügl. ihrer körperlichen Konstitution nicht ihrem Alter entsprechen. So entsprach der Elfjährige dem Alter von 8 Jahren, weshalb wir auch das Belastungsgewicht niedriger wählten.

2. Bei 5 Kindern bestand schon vor der Gewichtsbelastung eine mehr oder weniger starke Veränderung im statischen Gefüge der WS, die sich z.T. unter der Belastung ausglich, z.T. aber auch bestehen blieb. Der Ausgleich der bestehenden Veränderungen ging aber auch teilweise mit der Entstehung neuer Veränderungen einher.

Einengung der Zwischenwirbelräume		
Reihenfolge der Häufigkeit	Obere BWS	++++
	mittlere BWS	+++
	HWS	++
	LWS	+

Tabelle 12

Tabelle 13

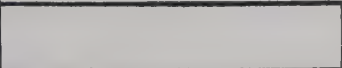
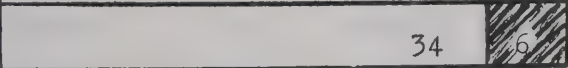
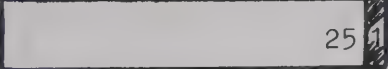
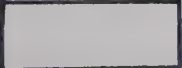
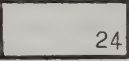
Kompensation gelungen, keine Ab- weichung		23	
Abweichung bis 2 cm		34	6 40
Abweichung bis 4 cm		25	1 26
Abweichung über 4 cm		11	
		Abweichung zur amput. Seite	nicht amp. Seite
			

Tabelle 14

Schulter- hoch- stand auf der	amp.Seite	 13	 40	53
	nicht amp. Seite	 4  6	10	
Kein Schulterhochstd.		 13	 24	37

 Prothesen-
träger
 Keine
Prothese

Tabelle 15

Alter Jahre	Grösse cm	Gewicht kg	Belastung kg	Seite	Bemerkung
11	132	26,2	3,5	rechts	entspr.8 Jahren
9	140,5	41,0	4,5	rechts	wesentlich zu schwer
12	154	36,2	5,5	rechts	wesentlich zu gross

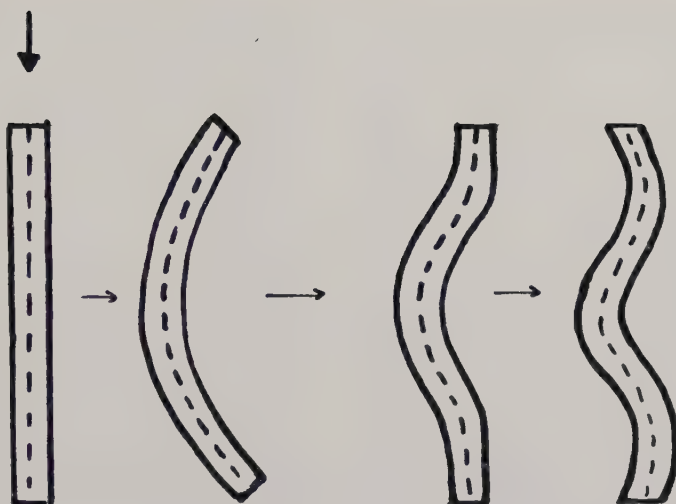


Abb. 12



Abb. 13



Abb. 14



a

Abbildung 15

b

Abb.6 a und b. Halswirbelsäule (ausgenommen Atlas) von vorn und hinten, bei der Seitenneigung nach links. Die Gelenkfortsätze befinden sich rechts in Divergenzstellung, links in Konvergenzstellung. Die Wirbelkörper klaffen auf der rechten Seite auseinander, während sie auf der linken Seite näher aneinander-rücken. Die Bandscheibe wird keilförmig deformiert und hat den vergrößerten Zwischenwirbelraum auf der rechten Seite auszufüllen.

Bei 2 Kindern traten zu den (unter der Belastung nicht ausgeglichenen) Veränderungen neue hinzu. Der Schulterhochstand trat auf der unbelasteten Seite auf, analog der amputierten Seite bei Armamputierten.

Aus folgender Zusammenstellung sind die Veränderungen und ihre Wandlung, bzw. Neuentstehung unter der einseitigen Gewichtsbelastung zu ersehen.

1. Fall: K.S.

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1. Bestehende Veränderungen: | Geringfügige linkskonvexe Ausladung der LWS und rechtskonvexe der BWS |
| 2. Belastungsgewicht: | 3,5 kg |
| 3. Seite der Belastung: | rechts |
| 4. Wandlung der best. Veränderungen: | keine |
| 5. Neue Veränderungen: | Leichte rechtskonvexe Ausladung der HWS |
| 6. Schulterhochstand: | keiner |

2. Fall: H.W.

- | | |
|--------------------------------------|--|
| 1. Bestehende Veränderungen: | Kleine Abweichungen von der Lotrechten, D ₆ in Kippstellung |
| 2. Belastungsgewicht: | 3,0 kg |
| 3. Seite der Belastung: | rechts |
| 4. Wandlung der best. Veränderungen: | keine |
| 5. Neue Veränderungen: | LWS angedeutet rechtskonvex ausgezogen |
| 6. Schulterhochstand: | links, gering |

3. Fall: W.J.

- | | |
|------------------------------|--|
| 1. Bestehende Veränderungen: | Linkskonvexe Ausladung der LWS, einschl. D ₁₁ und D ₁₂
Angedeutete kompensatorische Rechtsausladung der übrigen BWS |
| 2. Belastungsgewicht: | 5,5 kg |

- | | |
|---|---|
| 3. Belastungsseite: | rechts |
| 4. Wandlung der best.
Veränderungen: | D_{11} und D_{12} stehen jetzt gerade |
| 5. Neue Veränderungen: | Leichte Linkstorsion der HWS |
| 6. Schulterhochstand: | links |

4. Fall: R.M.

- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1. Bestehende
Veränderungen: | LWS angedeutet rechtskonvex ausgezogen |
| 2. Belastungsgewicht: | 6,0 kg |
| 3. Seite der Belastung: | rechts |
| 4. Wandlung der best.
Veränderung: | Rechtskonvexe Ausladung der LWS behoben |
| 5. Neue Veränderungen: | Linkskonvexe Ausziehung der ganzen BWS,
Scheitelpunkt D_7
Abweichung der Körperschwerpunktachse um
1,5 cm nach links |
| 6. Schulterhochstand: | links, erheblich |

5. Fall: K.S.

- | | |
|---|--|
| 1. Bestehende
Veränderungen: | Leichte rechtskonvexe Ausladung der LWS
mit Scheitelpunkt L_2 |
| 2. Belastungsgewicht: | 8,0 kg |
| 3. Seite der Belastung: | rechts |
| 4. Wandlung der best.
Veränderungen: | LWS korrigiert, BWS steht gerade |
| 5. Neue Veränderungen: | HWS mit linkskonvexem Bogen nach rechts
geneigt |
| 6. Schulterhochstand: | keiner |

3. Bei zwei Kindern bestand ein völlig gerader Aufbau der WS, der sich unter der rechtsseitigen Gewichtsbelastung derart veränderte, daß eine linkskonvexe Ausladung einmal der BWS (mit Scheitelpunkt D_4) und eine Abweichung der Körperschwerpunktachse um 2,5 cm zur nichtbelasteten Seite und einmal eine linkskonvexe Ausladung der ganzen WS ab L_4 (mit Scheitelpunkt D_8) eintrat.

Weitere Befunde an Wirbelkörpern und Zwischenwirbelräumen waren bei den technisch unzulänglichen Aufnahmen nicht zu erheben. Auf eine Wiederholung der Aufnahme wurde im Interesse des Strahlenschutzes verzichtet.

Im Falle H.P. (11 1/2 Jahre alter Junge, 155 cm, 30,8 kg) bestand vor der Gewichtsbelastung eine Haltungsstörung mit erheblicher Linksausladung der WS von L_5 bis in die HWS, mit Scheitelpunkt D_{11} . Abgesehen von den bestehenden übrigen Veränderungen trat unter rechtsseitiger Gewichtsbelastung mit 5,5 kg eine deutliche Verflachung der linkskonvexen WS-Ausladung ein. Der Schulterhochstand blieb bestehen.

Eine linksseitige Belastung mit 5,5 kg rief eine weitere Verflachung des linkskonvexen Bogens hervor, und es entstand zudem eine leichte rechtskonvexe Ausbiegung der oberen BWS bis in die HWS. Im Bereich des Scheitelpunktes des oberen rechtskonvexen Bogens trat eine maximale Einengung der Zwischenwirbelräume ein.

Der Schulterhochstand verlagerte sich auf die rechte Seite.

IV. DISKUSSION

Aus den oben vorgelegten Ergebnissen der röntgenologischen Untersuchung von 100 Armamputierten mittels des Verfahrens der Röntgenganzaufnahme der WS geht hervor, daß bei Armamputierten in größtem Maße Haltungsveränderungen der WS auftreten, die zweifellos als Folge der Amputation angesehen werden müssen.

Zur VERTH beschrieb ebenfalls Haltungsveränderungen bei Armamputierten und fand bei 85% von 152 Amputierten eine "Verziehung der WS zur amputierten Seite mit typischer Verbiegung", wobei er unter "typischer Verbiegung" eine konvexe Verbiegung der LWS zur nicht amputierten Seite und eine konvexe Verbiegung der BWS zur amputierten Seite versteht. Wir stellten fest, daß - abgesehen von den oben beschriebenen "Sonderformen" - die Verziehung der WS in allen WS-Abschnitten (HWS, BWS, LWS) und in mehreren Formen auftrat:

Dreibogige, zweibogige Skoliosen und einbogige Totalausladungen. Die zur amputierten Seite konvexe Ausbiegung der BWS und die zur nicht amputierten Seite konvexe LWS konnten nicht als "typisch" angesehen werden, auch wenn in den meisten Fällen die BWS zur amputierten Seite konvex war. Tatsächlich war auch die BWS zum größten Teil an den Haltungsveränderungen beteiligt, ob allein betroffen oder im Zuge größerer Ausdehnung der Veränderungen über zwei (BWS-LWS, HWS-BWS) oder drei (HWS-BWS-LWS) Abschnitte. Dies ist eigentlich nicht verwunderlich, wenn man von der Annahme ausgeht, daß die gesehenen Haltungsveränderungen der WS durch einseitigen Massenverlust, d.h. einseitige Überbelastung durch die Amputation eingetreten sind und wenn man sich die Funktion der WS als Tragsäule für den aufrecht gehaltenen Körper vor Augen hält. Diese Tragsäule verändert sich im Falle eines Druckes von oben in Form einer komplizierten Krümmung, sobald die Grenzen der statischen Leistungsfähigkeit (SCHANZ) von der statischen Inanspruchnahme (SCHANZ) überschritten werden, d.h. wenn die Tragfähigkeit der WS durch eine - außer der eigenen Last des aufrechten Rumpfes mit den oberen Extremitäten und des Kopfes - hinzukommende Last überschritten wird.

Im Falle der Armamputierten dürfte der verbliebene Arm durch die Amputation des anderen zur hinzukommenden Belastung werden, die in der Lage ist, ähnlich den Vorstellungen von einem mechanischen Modell einer Säule und deren Veränderung unter einem Druck von oben die WS in ihrer Haltung zu verändern. Die Entlastung kommt dabei deutlich im Schulterhochstand auf der amputierten Seite zum Ausdruck.

Als Veränderung wird zuerst eine Biegung der Säule in ihrer Mitte eintreten

(Hauptkrümmung) und schließlich nach den Enden der Säule zu je eine Krümmung mit einer Ausschlagsrichtung, die der der Biegung entgegengesetzt ist (Gegenkrümmung) (Abb.12).

Selbst die Biegsamkeit und Elastizität der WS schließen hochgradige Verbiegungen und dauernde Deformitäten nicht aus, sind doch auch diese beiden Eigenschaften der WS begrenzt. Nach SCHANZ verschiebt sich die Biegsamkeitsgrenze beim Eintritt einer Verbiegung im Sinne dieser Verbiegung. Durch diese Verschiebung der Biegsamkeitsgrenze wird die Entstehung einer höheren Verbiegung ermöglicht, als die primäre Lage der Biegsamkeitsgrenze gestattet. Bei den langen Zeiträumen, mit denen wir bei der Entstehung statischer Überlastungsdeformitäten zu rechnen haben, hat der lebende Organismus Zeit und Gelegenheit, in völlig genügendem Maße die Biegsamkeitsgrenze, der fortschreitenden Veränderung folgend, immer und immer wieder zu verschieben, so daß trotz der relativ geringen primären Biegsamkeit der WS höchstgradige Verbiegungen entstehen können. Reicht die Elastizität zur völligen Begradigung einer einmal eingetretenen Verbiegung nicht aus, weil die Überlastung zu groß war, oder zu lange dauerte, oder weil die Elastizität der betreffenden WS zu gering ist, so bleibt ein Teil der Verbiegung als dauernde Deformität. Das ist zunächst eine minimale, mit unseren Hilfsmitteln überhaupt nicht nachweisbare Änderung der Form.

Aber wenn sich derselbe Vorgang immer und immer wiederholt, so summieren sich die einzelnen Posten zu einer erschreckend großen Zahl: Es entstehen durch Summierung fort und fort wiederholter kleinster Verbiegungen deutlich sichtbare, ja hochgradige Deformitäten.

Außerdem sind die Momente, die bei der statischen Inanspruchnahme in Betracht kommen, nämlich

a) die Größe der Last und

b) die Zeit der einwirkenden Belastung im Falle der Armamputierten recht erheblich:

a) Ein Blick auf die Massenverteilung des menschlichen Körpers (KUMMER) zeigt folgende Werte:

Ganzer Arm:	6,8%	des Gesamtkörpergewichts
Oberarm:	3,4%	" "
Unterarm:	3,1%	" "

b) Die Zeit der Einwirkung würde in unserem Falle zwischen 16 und 50 Jahren liegen!

Es ist wichtig, hier festzustellen, daß wir eine günstige Beeinflussung der Haltungsveränderungen, geschweige denn ihre Verhinderung, durch das Tragen einer Prothese nicht feststellen konnten.

Gerade in diesem Punkt herrscht in der Literatur keine Einstimmigkeit, wie bereits oben angeführt.

Auch zur VERTH berichtet, daß er keinen Einfluß der Prothese feststellen konnte. Dies ist auch nicht verwunderlich, wenn man bedenkt, daß die Prothese in den meisten Fällen nur wenige Stunden am Tage getragen wird und daß das geringe Gewicht der Prothesen (Hookarm 1250 gr, Heidelberger Schmuckarm für den Unterarm 220 gr) wohl kaum den durch die Amputation eingetretenen Massenverlust aufwiegen kann.

Auch die große Zahl der Fälle, bei denen eine statische Kompensation nicht gelungen ist (77%), zeigt, daß die statische Inanspruchnahme der WS zu groß und ein eventuelles Ausgleichsgewicht durch eine Prothese zu gering ist.

HIPP veröffentlichte in den Verhandlungen der Deutschen Orthopädischen Gesellschaft 1957 eine WS-Ganzaufnahme nach Unterarmamputation, auf der der Kopf nicht im Lot über dem Kreuzbein steht und eine Skoliose zu erkennen ist. Er bezeichnet diese Skoliose als dekompenziert. Hier wirft zur VERTH die Frage auf, ob diese WS nicht gerade kompensiert sei, da durch den Armverlust eine Schwerpunktverlagerung eingetreten sei.

STORCK bringt das Beispiel vom Artisten auf der freistehenden Leiter, die zum Ausgleich gekippt werden muß, wenn er sie besteigt, damit sich der Gesamtschwerpunkt von Artist und Leiter immer über dem Unterstützungspunkt befindet. Denkt man sich mit zur VERTH das Beispiel weiter aus, so würde eine Leiter mit zwei Artisten, mit gleichem Gewicht, gleicher Länge und gleichem Winkel zur Leiter auf gleicher Sprosse der senkrecht stehenden Leiter dem Menschen mit zwei Armen entsprechen, die Leiter mit einem Artisten aber dem Armamputierten (s. Abb.13,14).

Um über den Einfluß des einseitigen Massenverlustes auf die WS näheren Aufschluß zu erhalten, müßte es möglich gemacht werden, eine WS zuerst in ihrer Eigenform sehen und dann die unter einem einseitigen Massenverlust eintretenden Veränderungen beurteilen zu können.

Bei der röntgenologischen Untersuchung von Armamputierten war aber die Eigenform der WS des betreffenden Amputierten durch die während langer Jahre der bestehenden Amputation eingetretenen Veränderungen nicht mehr sichtbar. Es mußte also der umgekehrte Weg beschritten werden, nämlich eine noch unveränderte WS unter einer einseitigen Gewichtsbelastung zu beobachten. Dazu bot sich die kindliche WS an, die zwar bezüglich der Beweglichkeit, Biegsamkeit und Elastizität nahezu ideale Vorbedingungen aufweist, aber gerade zur Zeit des Wachstums und besonders im Pubertätsablauf besonders empfindlich auf exogene Einwirkungen reagiert. So erläutert MATTHIASH die Zusammenhänge zwischen Reifung des kindlichen Körpers und der altersentsprechenden

Haltung und Haltungsentwicklung und hebt die einzelnen Entwicklungsphasen (besonders das 4. bis 7. Lebensjahr) als entscheidend für die Ausbildung von Haltungsfehlern und bleibenden Schäden mit Verformung des Knochengerüstes hervor. Gerade für die Entwicklung der Körperhaltung des älter werdenden Kindes bis zum Erwachsenenalter, ist das Wachstum von ausschlaggebender Bedeutung. Es verläuft nicht gleichmäßig, die Wachstumsgeschwindigkeit ist vielmehr beim Neugeborenen am größten und nimmt gegen Ende des ersten Lebensjahres immer mehr ab, um vom 2. Lebensjahr ab in mäßigen und langsam abnehmenden Grenzen zu bleiben. Bei Mädchen tritt zwischen dem 11. und 14. Lebensjahr, bei Knaben zwischen dem 12. und 17. Lebensjahr wiederum eine Wachstumsbeschleunigung ein.

Die WS erhält zwischen dem 6. und 9. Lebensjahr und zwischen dem 11. und 14. Lebensjahr einen reellen Wachstumsschub.

MATTHIASH berichtet (1955), daß die Zahl der Haltungsstörungen bis zum 15. Lebensjahr rapide zunimmt, während bei den Schulanfängern etwa 12% Haltungsschwächlinge zu beobachten sind. Auch SCHEDE hat immer wieder auf die Bedeutung der Pubertät für die Entwicklung von Haltungsstörungen hingewiesen.

Wie oben angegeben, fertigten wir von 11 Kindern je zwei (bei einem Kind drei) Röntgenganzaufnahmen der WS an, von denen die erste Aufnahme den unbelasteten Zustand der WS zeigt und die zweite Aufnahme unter einer einseitigen Gewichtsbelastung eingetretene Veränderungen sichtbar macht.

Man könnte hier einwenden, daß die Gesamtzahl der Aufnahmen zu klein sei, um einen gültigen Schluß aus den Ergebnissen ziehen zu können. Da die Ergebnisse aber - sobald die Belastung der kindlichen WS wirklich adäquat war - eindeutig waren und mit den Ergebnissen der Erkenntnisse aus der Auswertung von 100 Röntgenganzaufnahmen Erwachsener übereinstimmten bzw. diese unterstrichen, kann ein Querschnitt von 11: 100 durchaus schon als repräsentativ angesehen werden. Ganz abgesehen davon, daß schon diese Vergleichsversuche an der weit verbreiteten Strahlenfurcht einerseits und an dem Versuch der Schulen, sich von der Verantwortung freizuhalten andererseits, nahezu scheiterten. Trotzdem geht doch aus den Ergebnissen der röntgenologischen Untersuchung hervor, daß ein einseitiger Massenzuwachs - analog dem einseitigen Massenverlust bei Armamputierten - zu Haltungsveränderungen führt, auch wenn die Kinder z.T. versuchten, die während der einseitigen Gewichtsbelastung ihnen meist selbst aufgefallene Haltungsveränderung, die Verlagerung der Körperschwerpunktachse und den Schulterhochstand auf der unbelasteten Seite aktiv - oft ins Extreme - zu korrigieren, was in Abb. 5c dargestellt ist.

Wenn sich bei 3 Kindern keine Veränderungen fanden, so dürfte das wohl darauf zurückzuführen sein, daß die Gewichtsbelastung in ihrer Größe der Konstitution der Kinder nicht adäquat war, d.h. daß die statische Inanspruchnahme in Form des durchschnittlichen Schultaschengewichtes ihres Schuljahres die statische Leistungsfähigkeit ihrer WS nicht überschritten hat. Bei den übrigen Kindern trat entweder eindeutig eine konvexe Verziehung der BWS zur nichtbelasteten Seite ein (Röntgenbild 2) - teils mit Schulterhochstand auf dieser Seite - oder es war das Bestreben der BWS deutlich zu erkennen, zur nichtbelasteten Seite unter entsprechender Wandlung schon bestehender Veränderungen auszuweichen, was gerade im Falle H.P. zu einer fast völligen Korrektur der ursprünglich bestehenden Haltungsveränderung führte (Röntgenbilder 3, 4, 5).

In der Literatur finden sich viele Hinweise auf die Rolle, die die Überlastung der kindlichen WS beim Problem der Haltungsfehler und Haltungsveränderungen spielt. Gerade das Alter, in dem Jugendliche als Lehrlinge einer bis dahin ungewohnten und oft übermäßigen Belastung ausgesetzt sind, fand in der Literatur reiche Bearbeitung (u.v.a. ELSNER, M.LANGE).

M.LANGE berichtet über ein "Schulbeispiel" einer Adoleszenten skoliose, die unter dem Einfluß von oft sich wiederholendem einseitigen Schwertragen entstanden ist, wobei allerdings betont wird, daß von vorneherein eine verminderte statische Leistungsfähigkeit der WS bestehen mußte, um durch eine gleichzeitige starke funktionelle Beanspruchung eine Haltungsveränderung entstehen zu lassen.

Auch RATHKE betont, daß die statische Schwächung des juvenilen Achsenskeletts nicht ausschließlich in Abhängigkeit von exogenen Faktoren stehen kann, was SCHMORL so formuliert hat, daß das Ausmaß des juvenilen Haltungsverfalls in Abhängigkeit von der Empfindlichkeit der WS und der übermäßigen Beanspruchung der WS durch körperliche Arbeit steht.

Es erscheint durchaus berechtigt, von einer Übereinstimmung der WS-Befunde bezüglich der Haltungsveränderungen beim Armamputierten und den einseitig belasteten kindlichen WS zu sprechen und es als geklärt zu betrachten, daß der einseitige Massenverlust und die daraus resultierende Überlastung zu den Haltungsveränderungen führt, die in großem Umfange bei der röntgenologischen Untersuchung bei Armamputierten zutage trat, nämlich eine zur amputierten Seite hin konvexe Hauptkrümmung (der BWS), z.T. in Gesellschaft mit einer zur nichtamputierten Seite konvexen Gegenkrümmung (der LWS), sowie einen Schulterhochstand auf der amputierten Seite und eine Verlagerung der Körperschwerpunktachse auf die Seite der Amputation.

Die Folgen der Überlastung der kindlichen WS, die sich zunächst in Haltungsveränderungen zeigen, können sich bei längerer Dauer der Einwirkung in be-



2 a
ohne ein-
seitige
Gewichts-
belastung



2 b
unter ein-
seitiger
Gewichts-
belastung
6 kg rechts



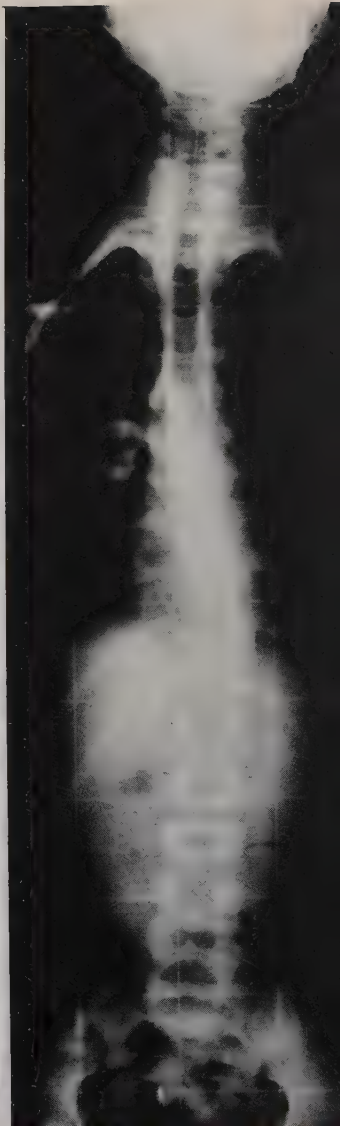
3

ohne ein-
seitige
Gewichts-
belastung



4

unter ein-
seitiger
Gewichts-
belastung
5,5 kg rechts



5

unter ein-
seitiger
Gewichts-
belastung
5,5 kg links

drohlicher Form manifestieren und zu einer echten Skoliose mit allen ihren Charakteristika werden. Die zahlreichen - z.T. bereits oben angegebenen - statistischen Erhebungen über das Vorkommen von Haltungsstörungen und bereits manifesten Skoliosen bei Kindern und Jugendlichen und die vielen Versuche und Empfehlungen zu ihrer Bekämpfung, können als erschreckendes Anschauungsmaterial dienen (GROH, IDELBERGER, JENTSCHURA, KOETSCHAU, PÖSCHL und MICHAELIS, THOMSEN, WEITNAUER u.v.a.).

Abgesehen von der eventuell vorhandenen verminderten statischen Leistungsfähigkeit gilt hier das HUETER-VOLKMANNsche Gesetz, wonach durch übermäßige und dauernde Kompression einer Wirbelkörperhälfte in diesem Abschnitt das enchondrale Längenwachstum gehemmt und eine keilförmige Deformierung resultiert.

An experimentellen Skoliosenerzeugungen hat es nicht gefehlt, und die Ergebnisse entsprechen im wesentlichen dem HUETER-VOLKMANNschen Gesetz.

1941 beschrieben BISGARD und MUSSELMANN experimentelle Erzeugung und Wachstumskorrektur der Skoliose an jungen Ziegen. Sie gingen von der Tatsache aus, daß das Längenwachstum der Wirbel durch das Wachstum der proximalen und distalen Knorpel-epiphysen bedingt ist. Sie erzeugten durch eine einseitige Exzision des Epiphysenknorpels einen einseitigen Wachstumsstillstand, der - an zwei bis drei Wirbeln erzeugt - zu einer lateralen Ausbiegung mit Drehung führte.

UNGER glaubt, daß man es als Ergebnis der bisher veröffentlichten experimentellen Forschung ansehen kann, daß es möglich ist, direkt durch Einwirkung auf den Wirbel oder indirekt durch Änderung der auf die WS wirkenden Kräfte ein Fehlwachstum der Wirbel zu erzeugen.

MOSER beschreibt ebenfalls zwei Wege der Beeinflussung der WS, nämlich die indirekte Methode, durch asymmetrischen Zug oder Druck von außen her, z.B. an Rippen oder Muskeln positiv oder negativ angreifend und die direkte Einwirkung auf die Elemente der WS selbst.

Er selbst schädigte die cranialen und caudalen Wachstumszonen der Wirbelkörper und studierte die jeweiligen Einwirkungen auf das Wachstum.

Auch die WS der Erwachsenen reagiert auf asymmetrischen Druck oder Zug von außen her - bei Überschreitung der Grenzen der statischen Leistungsfähigkeit - mit Veränderungen, die sowohl die Haltung als auch die Wirbelkörper, Zwischenwirbelräume und Bandscheiben betreffen.

Während sich die Theorie nach HUETER-VOLKMANN auf die Verhältnisse beim wachsenden Knochen bezieht, gilt für den ausgewachsenen Knochen das WOLFFsche "Transformationsgesetz", das besagt, daß an der konkaven

Seite, auf der vermehrte Druckwirkung herrscht, Knochenanbau mit Verdickung der Corticalis und Verdichtung der Spongiosa erfolgt. Da sich gerade bei den untersuchten Armamputierten Haltungsveränderungen finden, die immer zu einer Belastung der Wirbelkörper auf der konkaven Seite und einer Entlastung auf der konvexen Seite der WS-Ausladung führen (Abb.15a und b), ist es nicht verwunderlich, gerade bei den Armamputierten neben einer Haltungsveränderung mehr oder weniger schwere Veränderungen an den Wirbelkörpern und Zwischenräumen zu finden.

In der Literatur ist das Problem der Überlastungsschäden der WS bei beruflicher Beanspruchung der Erwachsenen oft und ausführlich behandelt worden. HUMPERDINK konfrontiert einschlägige Literaturbeiträge über WS und berufliche Beanspruchung und kommt zu dem Ergebnis, daß berufliche Schädigungen durch Fehl- und Überbelastung nachgewiesen sind. BECKER untersuchte den Zusammenhang Schwerarbeit - degenerativer Wirbelumbau, AXT, der große Untersuchungsreihen an Schwerarbeitern durchgeführt hat, beschreibt, daß es bei Haltungs-, Stellungs- oder Formfehlern der WS im Bereich des Krümmungsscheitels immer zur zusätzlichen einseitigen Überbelastung der Wirbelsynchondrosen und damit zum vorzeitigen Verschleiß derselben, aber auch der Wirbeldeck- und Grundplatten und des hyalinen Knorpels der kleinen Wirbelgelenke kommt.

Auch GÜNTZ ist der Ansicht, daß ein bleibender Schaden bei Zwangshaltungen unvermeidlich sei und denkt dabei an die Arthrosis deformans mit einer beschränkten Beweglichkeit.

In systematischen Reihenuntersuchungen wurde von SCHLOMKA der Einfluß beruflicher Belastung auf sog. degenerative WS-Veränderungen an Lastträgern, Bergleuten und Bankangestellten röntgenologisch untersucht. Er ging davon aus, daß in der allgemeinen Pathologie der Schluß gezogen worden ist, daß der berufsmäßige Belastungsfaktor von wesentlicher, ja eventuell entscheidender Bedeutung sein muß, und er kann zeigen, daß in bezug auf die gesamte arbeitsmäßige Belastung der WS diejenige durch berufsmäßiges Tragen schwerer Lasten als eine besonders ungünstige angenommen werden muß.

Gerade bei den Lastträgern, die hier in unserem Falle zum Vergleich sehr interessant sind, tritt klar ein maßgeblicher Einfluß des exogenen Belastungsmomentes neben dem altersmäßigen endogen-involutiven Faktor für die BWS dieser Berufsgruppe zutage.

Entsprechend den nicht nur statischen, sondern auch dynamischen Aufgaben der WS haben knorpelige Strukturen einen wesentlichen Anteil am Gefüge des zentralen Achsenorgans. Damit unterliegt aber die WS all jenen Veränderungen, welchen der Knorpel als solcher unterworfen ist. Die Gefäßlosigkeit

des Knorpels und die sich daraus ergebende "Barytrophie" führen zu physiologischen Alterungsvorgängen in Form einer sowohl fortschreitenden Wasserverarmung wie einer zunehmenden Einlagerung von Schlackenstoffen. Infolgedessen kommt es einerseits schon normalerweise zu einer altersmäßig progredienten und auch morphologisch faßbaren und typischen Involution des funktionellen Gefüges der WS. Andererseits mangelt es dem Knorpel aus seiner Eigenschaft der Gefäßlosigkeit heraus an der Fähigkeit zur aktiven Anpassung an besondere und namentlich an gesteigerte Belastungen.

Infolgedessen bedeutet jede über die im Stoffwechsel der einzelnen Knorpelzellen gegebenen und doch nur beschränkten Erholungsmöglichkeiten hinausgehende Beanspruchung der knorpeligen Anteile der WS einen exogenen Faktor, der die physiologische Altersinvolution in einen pathologischen Verschleiß überzuführen droht.

SCHLOMKA stellte nun folgende Überlegung an:

Wenn einer bestimmten arbeitsmäßigen Beanspruchung für die Entwicklung spondylotischer Veränderungen tatsächlich eine wesentliche Bedeutung im Sinne eines exogenen Zusatzfaktors zu dem endogenen der altersmäßigen Involution zukommt, dann steht zu erwarten, daß innerhalb der betreffenden Berufsgruppe die (durchschnittliche) spezielle Arbeitsgesamtzeit mit dem Ausprägungsgrad der WS-Veränderungen ansteigt. Dabei muß jedoch dem Umstand Rechnung getragen werden, daß im allgemeinen unabhängig von dem Verhalten der WS mit steigendem Lebensalter auch die mittlere Dauer der Zugehörigkeit zu der betreffenden Berufstätigkeit wächst.

SCHLOMKA konnte zeigen, daß gerade für die BWS der Lastträger ein maßgeblicher Einfluß des exogenen Belastungsmomentes neben dem altersmäßig endogen-involutiven Faktor zutage tritt.

SCHLOMKA kommt zu der Folgerung, daß das berufsmäßige Tragen von Lasten offenbar in erster Linie die BWS als exogener Zusatzfaktor gefährdet. Damit steht auch die Art der Beanspruchung der WS in Übereinstimmung: Beim Lastentragen handelt es sich um eine durch ihr Ausmaß und vor allem durch die Einseitigkeit (!) unphysiologische Druckbeanspruchung folgender Art: Die bei uns üblichen Tragweisen von Lasten tendieren schon durch ihren Angriffspunkt am oberen Thoraxskelett so gut wie immer zu einer ventralen Krümmung der BWS.

Bei den Untersuchungsergebnissen SCHLOMKAs handelt es sich indessen bei den von ihm zunächst summarisch unter der Bezeichnung "Spondylose" zusammengefaßten und erfaßten Veränderungen auch der thoracalen WS keinesfalls nur um solche einer bloßen "Spondylitis deformans" im engeren Sinne dessen, was heute descriptiv wie pathogenetisch von der Osteochondrose der

Wirbelkörperdeckplatten oder der Zwischenwirbelgelenke, wie von der eigentlichen Bandscheibenentartung getrennt wird. Vielmehr geht auch SCHLOMKAS Eindruck dahin, daß jedenfalls bei den ausgeprägteren "Spondylosen" der Lastträger neben bloß "deformierenden" Veränderungen recht häufig, wenn nicht zumeist, solche im Sinne einer echten und oft sogar erheblichen Osteochondrosis (der Wirbelkörperdeckplatten) zum Teil mit (secundärer) Chondrosis intervertebralis vorliegt.

Was die Belastung der Bandscheibe betrifft, hat MATTHIASH sehr eindrucksvoll demonstriert, indem er bei einer gesunden Versuchsperson in aufrechter Haltung mit und ohne Belastung von 10 kg am hängenden Arm die Belastung der 5. Lendenbandscheibe berechnete. Bei Berücksichtigung der Hebelmechanik ergibt sich dabei eine unerwartet hohe Bandscheibenbelastung: Beim Halten einer Last von 30 kg wurde eine Bandscheibenbelastung von über 700 kg errechnet, was ihn zu dem Schluß kommen läßt, daß an der pathogenetischen Bedeutung der funktionellen Belastung der Bandscheiben kein Zweifel besteht.

Es kann wohl zwischen den Erfahrungen, die in der Literatur mitgeteilt werden, und den Ergebnissen, die sich bei unseren röntgenologischen Untersuchungen von Armamputierten ergaben, eine Übereinstimmung dahingehend festgestellt werden, daß die Überlastung - auch wenn sie durch die Amputation eines Armes entsteht - als ein die WS und ihre einzelnen Elemente schädigender Faktor angesehen werden muß.

Es muß wohl kaum ausdrücklich betont werden, daß die WS bei diesen Amputierten bezüglich der physiologisch-altersmäßigen Degenerations- und Verschleißerscheinungen besonders benachteiligt ist und in erhöhtem Maße schon zu früherer Zeit Anlaß zu ernsthaften Beschwerden gibt.

Wenn man von der Überlastung der WS als einem wesentlich schädigenden Faktor spricht und das Auftreten von Haltungsveränderungen, Randzacken, Randwülsten, Deckeleindellungen etc. als damit in direktem Zusammenhang stehend betrachtet, erhebt sich zwangsläufig die Frage nach den Auswirkungen dieser Veränderungen im Sinne des vertebra-genen Krankheitsfaktors, vor allem auch in röntgenologischer Sicht.

Veränderungen der WS können in mannigfaltiger Weise röntgenologisch sichtbar gemacht werden, und es schien ein Vergleich von solchen röntgenologisch sichergestellten Befunden mit Klagen und Beschwerden der Armamputierten - vor allem segmentärer Art - wertvoll.

Das Problem des "vertebragenen Faktors im Krankheitsgeschehen" (GUTZEIT) hat in der Literatur reiche Bearbeitung gefunden, ob der vertebrale Faktor nun anerkannt, skeptisch aufgenommen oder ganz abgelehnt wurde.

Im großen und ganzen dürfte aber die Mehrzahl eher eine zurückhaltende Meinung vertreten.

GUTZEIT sieht den vertebralen Faktor als gegeben an. Da die WS eine Funktionseinheit mit Partialfunktionen darstellt, wobei eine derselben der Statik und Dynamik, die andere dem Schutz des ein- und anliegenden Gefäß- und Nervensystems (einschließlich des Rückenmarkes) dient, bedeutet eine Struktur- und Funktionsstörung der WS eine Herabsetzung ihrer Widerstandsfähigkeit und stellt einen potentiellen Krankheitsfaktor, also eine Krankheitsbereitschaft dar. Hat sich nun einmal die Statik der WS verändert, so wird auch eine funktionelle Umstellung eintreten, die als Kompensationsvorgang aufzufassen ist, der zunächst die Nachbarsegmente, dann aber folgend die ganze WS nach oben und unten einschließlich Kopf- und Beckenstellung erreicht. Daß bei solchen funktionellen Wirbelumstellungen, bei denen Drehung der Wirbel um alle Achsen und seitliche Verschiebung derselben je nach den vorhandenen anatomischen Möglichkeiten entstehen, Dehnungen, Zerrungen, sowie Druckscheinungen an dem vertebralen Nervensystem im Bereich der Ganglien, der Bahnen und Rezeptoren auftreten müssen, liegt im Wesen so enger nachbarlicher Beziehungen. Daß aus solchen Nervenirritationen die segmentale Innervation allgemein oder in ihren Teilen beeinflusst wird, ist der Grund für die ganz verschiedenartigen peripheren Störungen, die auf sensiblem, motorischem und vegetativem Gebiet liegen können.

BAADER berichtet von gehäuftem Auftreten von Bandscheibenschäden bei Schwerarbeitern, wie Bergleute, Sackträger, Möbeltransporteure. Sowohl beim inkompletten als auch beim kompletten Bandscheibenvorfall wird ein Druck auf die Nervenwurzeln der aus dem Rückenmarkskanal austretenden Nervenbündel ausgeübt.

Hartnäckige Neuralgien des Beines (Ischialgie) oder des Armes (Brachialgie), je nach Sitz des Bandscheibenvorfalles, sind die Folgen.

Zudem ist bekannt, daß Bandscheibenschäden bei der Auslösung von vielen, bisher als selbständige Krankheitsbilder betrachteten Leiden im Bereich der Kopf-, Schulter- und Armregion beteiligt sind. Die Reizung oder Kompression spinaler und vegetativer Wurzelanteile führt besonders bei vegetativer Labilität zu anginösen Beschwerden, in besonderem Maße bei Reizung des 4. Thoracalnerven.

BÄRTSCHI-ROCHAIX hält das Auftreten von "Fernsymptomen" bei krankhaft oder traumatisch bedingten HWS-Störungen mit der Konzentration von wichtigen Leitungsorganen (Rückenmark, Nervenwurzeln, Gefäße mit ihrem Sympathicussystem) in unmittelbarer Nähe der HWS, die selbst viele mechanische Ausgaben zu erfüllen hat, für erklärt an und unterscheidet 3 Gruppen dieser Fernsymptome:

1. Gruppe: Als Folge von Halsmarkkompressionen
2. Gruppe: Zervicalmigräne
3. Gruppe: Brachialgien

Was speziell die Veränderungen der WS bei Armamputierten und ihre Folgen bezüglich der vertebrogenen Störungsfelder betrifft, sind die Literaturangaben weniger zahlreich.

WOLF beschäftigte sich mit Spätfolgen, die Oberarmamputierte aus ihrem Gliedmaßenverlust zu erwarten haben. Er ging davon aus, daß das Kausalitätsbedürfnis des Laien zuweilen die merkwürdigsten Behauptungen über angebliche Zusammenhänge von Krankheitszuständen mit Gliedmaßenabsetzung zeitigt. Er sah 220 Akten von Oberarmamputierten durch und kam zum Schluß seiner Erhebungen zu der Behauptung, daß jeder schädigende Einfluß eines Armverlustes auf den allgemeinen Körperzustand und auf einzelne Organe abzulehnen sei.

Diese Behauptung dürfte aber bei aller Zurückhaltung zu weit gehen, wenn man die geschilderten WS-Veränderungen bei Armamputierten und deren doch mögliche vertebrale Folgen bedenkt.

Wie bereits beschrieben, stellten wir die Beschwerden und Untersuchungsbefunde aus den Krankengeschichten fest und untersuchten die Möglichkeit einer röntgenologischen Erklärung.

Stumpfschmerzen, Durchblutungsstörungen am Stumpf, können wohl eindeutig als direkte lokale Folgen betrachtet werden. Was Phantomgefühl und Phantomschmerz betrifft, gehen die Meinungen insofern auseinander, als LERICHE eine periphere und SLIOSBERG eine zentrale Genese vertritt. Nach LERICHE entstehen Phantomschmerz und -gefühl im Amputationsstumpf, wobei das Zustandekommen in erster Linie durch vorhandene Neurome erklärt wird. Danach muß es eine Latenzzeit bis zur Ausbildung der Neurome, d.h. bis zur Ausbildung des Phantomgefühls geben.

SLIOSBERG zeigte an 200 Fällen, daß in über 50% Phantomschmerz und -gefühl sofort oder innerhalb weniger Tage auftreten und schließt auf eine zentrale Genese, da auch bei Erkrankungen und Verletzungen des Gehirns und Rückenmarkes - unabhängig von einer Amputation - Phantomschmerz und -gefühl beobachtet wurde.

Beide Theorien sind nicht unwidersprochen geblieben, was auch nicht verwunderlich ist, wenn man z.B. den Fall des Patienten G. S. betrachtet. Bei diesem Patienten handelte es sich um eine 1943 erlittene Granatsplitterverletzung mit nachfolgender Amputation des linken Armes. 1943 unterzog sich der Patient wegen der in starkem Maße auftretenden Phantomschmerzen einer Thala-

motomie, die ebenso wie zwei Neurom-Operationen und eine Grenzstrang-durchtrennung 1947 keinen Erfolg brachte. Spätere Kuren mit Causat und Pyrifur waren ebensowenig erfolgreich wie eine Insulin-Schockbehandlung. Ebenso stellt die Atrophie der Brust- und Schultermuskulatur auf der amputierten Seite eine bei Armamputationen typische Erscheinung dar.

Schmerzen in einer oder beiden Schultern sind wohl in einigen Fällen infolge der nach der Amputation veränderten Statik, Verspannungen der Nacken- und Schultermuskulatur und eventuell im Sinne eines Schulter-Arm-Syndroms zu erklären. Die Veränderungen im Schultergelenk wurden bei unserer röntgenologischen Untersuchung nicht einbezogen.

Allgemeine Kreuzschmerzen konnten röntgenologisch dann einwandfrei geklärt werden, wenn eine ausgesprochene Arthrosis iliosacralis vorlag, die wir nicht im Sinne einer Veränderung infolge der Amputation ansehen möchten. Bei den geklagten Rückenschmerzen konnten die Fälle eine röntgenologische Klärung erfahren, bei denen noch im Gewebe liegende Granatsplitter festgestellt werden konnten, die auf Grund ihrer Größe und Lage für die Beschwerden verantwortlich gemacht werden könnten.

Weiterhin konnten geklagte Rückenschmerzen röntgenologisch geklärt werden, wenn Veränderungen im Sinne eines M. BECHTEREW und Haltungsveränderungen vorlagen, die in der Mehrzahl mit einer Torsion, Wirbelkipstellungen und Verengung der Zwischenwirbelräume einhergingen (Rö.-Bild 6).

Diese Erklärung fände sich in Übereinstimmung mit den Ergebnissen, die GÜNTZ bei der Zusammenstellung von 128 Gutachten wegen "Rückenschmerzen" berichtet. Als Ursachen der Beschwerden fanden sich unter anderem bei 16 Personen Zwischenwirbelscheibenveränderungen, 17 Skoliosen der LWS und 16 der BWS.

In seiner "Differentialdiagnose der Rückenschmerzen" schreibt SCHULER, daß durch Störungen und Veränderungen an den WS-Elementen entstandene Impulse - an den sensiblen Endorganen der Bänder und Gelenkkapseln aufgenommen - nicht allein die Ursache für die geklagten Rückenschmerzen sind. Sie lösen reflektorisch krampfartige Spannungszustände in der zugehörigen Muskulatur aus, die die Beweglichkeit des Gelenks sperren und die Fehlbelastung verstärken und verlängern, also eine fixierte Fehlstellung hervorrufen.

Schmerzempfindlichkeit, Klopfempfindlichkeit und Bewegungseinschränkung einzelner WS-Abschnitte ließen sich anhand der Röntgenganzaufnahmen der WS nicht immer mit Sicherheit klären. So klagten Patienten über Klopfempfindlichkeit eines WS-Abschnittes, ohne daß sichtbare Veränderungen an Wir-

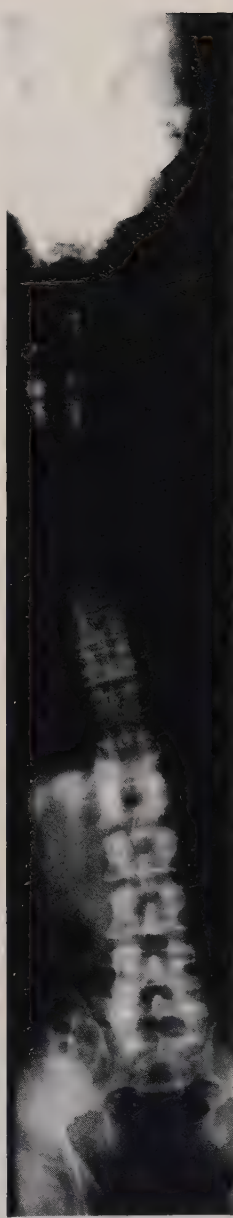
belkörpern und Zwischenwirbelräumen festzustellen waren, sondern der betreffende WS-Abschnitt lediglich in eine leichte Ausladung einbezogen war. Bei anderen Fällen war eine Klopfempfindlichkeit und ein Torsionsschmerz der BWS aus dem röntgenologischen Befund abzuleiten, wenn z.B. eine Torsion und Einengung der Zwischenwirbelräume im Bereich des in der mittleren BWS gelegenen Scheitelpunktes einer Ausladung vorlag (Rö. -Bild 7).

Weitaus die Mehrheit der untersuchten Armamputierten zeigte in mehr oder weniger ausgeprägter Form einen Hartspann der Nacken-Schultermuskulatur und der gesamten Rückenmuskulatur, unter Bevorzugung der paravertebralen Längsmuskulatur. Nach GÜNTZ finden sich im Zusammenspiel des passiven Halteapparates der WS (Zwischenwirbelscheiben, Bänder) und des aktiven (Muskelkette) gesetzmäßige Wechselwirkungen, die besonders augenscheinlich werden, wenn in diesem System eine Störung eintritt, sei es im Sinne einer veränderten oder vermehrten Beweglichkeit des passiven Apparates oder unterschiedlicher Spannungs- und Kräftezustände in der Muskulatur. Ausbildung von Muskelhärten läßt Reizerscheinungen im Bereich der Muskelansätze entstehen, so daß die Träger solcher Haltungsstörungen nicht etwa im Bereich der primären Haltungsveränderungen ihre Beschwerden bekommen, sondern dort, wo der Körper bestrebt ist, die Fehlform durch aktive Muskelanspannung auszugleichen, was auch wir feststellen konnten.

In dieser Sicht ist es wohl berechtigt, Muskelverspannungen zumindest mit den schweren Haltungsstörungen, die sich röntgenologisch finden ließen, in Zusammenhang zu bringen, demonstriert am Falle H. B. (42 Jahre alt, seit 22 Jahren Oberarmamputation o/3 rechts), der einen starken Hartspann der Schulter-, Nacken- und Rückenmuskulatur zeigte (Röntgenbild 8).

Die zahlreichen Klagen vegetativer Art müssen im wesentlichen im Zusammenhang mit den bestehenden Stumpfschmerzen und als deren Begleiterscheinungen gesehen werden, ohne daß sich an der WS ein röntgenologischer Anhalt finden ließe. Tatsächlich beobachten die meisten Patienten ein gleichzeitiges Auftreten von Kopfschmerzen, Schlafstörungen, Nervosität und Schweißausbrüchen mit (besonders bei Witterungswechsel) intensiven Stumpfschmerzen. Dabei muß man bedenken, welche - auch psychische - Belastung über lange Jahre bestehende ständige, oder oft in ihrer Intensität wechselnde Stumpf- und Phantomschmerzen darstellen.

11% der röntgenologisch untersuchten Armamputierten klagten über Herzbeschwerden verschiedenster Art. Von 6 vorliegenden EKG-Befunden sprachen zwei für eine Myocardschädigung, bzw. Störung im Reizleitungssystem. Bei den übrigen konnte kein Anhalt für eine organische Schädigung des Herzens gefunden werden.



Bezieht man hier auch die Patienten mit Herzbeschwerden ein, von denen kein EKG vorlag, so kann man bei 4 Patienten mit Sicherheit aus dem röntgenologischen Befund keine Erklärung im Sinne eines segmentalen Störungsfeldes finden, auch wenn man z. B. im Bereich D_4/D_5 liegenden Scheitelpunkt einer Ausladung oder einen bei D_5 liegenden Knick (unter 165 Grad) zweier starr aufeinanderstehender WS-Anteile berücksichtigt.

Bei weiteren 5 Patienten ist eine segmentale Beeinflussung möglich, betrachtet man die thoracalen Veränderungen und bedenkt, daß das Zentrum eines Segmentes, d. h. der Gewebsteile von gleicher Somitenabstammung, nicht der Wirbel, sondern die Bandscheibe ist.

1. Klagen über Extrasystolie:

(62 Jahre alt, Exarticulation rechts seit 23 Jahren)

Rechtskonvexe Ausladung der oberen BWS (von D_8 bis C_7) mit Scheitelpunkt bei C_7 .

Zwischen D_7 und D_4 deutliche Verschmälerung der Zwischenwirbelräume und z. T. vollendete knöcherne Versinterung.

2. Klagen über Herzdruck:

(74 Jahre alt, Oberarmamputation O/3, seit wann unbekannt)

Linkskonvexe Ausladung der BWS und HWS mit Scheitelpunkt bei D_4 .

$D_4 - D_7$ Deckeleindellungen, Randausziehungen, Schwund der Zwischenwirbelscheiben, Randkanten sitzen einander auf.

HWS: Verschmälerung der Zwischenwirbelräume, Arthrosis uncovertebralis.

3. Klagen über "Herzbeschwerden":

(49 Jahre alt, Oberarmamputation O/3 rechts, seit 21 Jahren)

Linkskonvexe Ausladung der LWS und BWS.

Bereich D_5/D_6 Deckeleindellungen, deutliche Verschmälerung der Zwischenwirbelräume. Randnasen stoßen bds. auf.

4. Klagen über "Herzbeschwerden":

(40 Jahre alt, Exartikulation links seit 21 Jahren)

Erhebliche rechtskonvexe Ausladung der unteren BWS einschl. L_1 mit Scheitelpunkt bei D_{12} . Darauf gerades Mittelstück $D_4 - D_6$. Ab D_3 linkskonvexe Ausladung der restlichen BWS und HWS. Ab D_5 aufwärts Achsenabweichung mit gegenseitigem Versatz der Wirbelkörper, Einengung der Zwischenwirbelräume. Zwischen D_3/D_4 besteht eine knöcherne Verschmelzung.

5. Klagen über Herzstechen:

(55 Jahre alt, Oberarmamputation m/3 seit 17 Jahren)

Rechtskonvexe Ausziehung der gesamten WS mit Scheitelpunkt bei D_6/D_7 .
Bereich D_5/D_6 Deckeleindellung, Randnasenausziehung.

Es muß hier aber auch gesagt werden, daß sich bei der röntgenologischen Untersuchung Veränderungen der WS und ihrer Elemente fanden, die schwerste vertebrale Störungen erwarten ließen. In Wirklichkeit äußerten die Patienten keinerlei Beschwerden, die im Sinne eines vertebrale Störungsfeldes gedeutet werden konnten.

Bei anderen Patienten lag eine offensichtliche Diskrepanz zwischen röntgenologischem Befund und geklagten segmentären Beschwerden vor insofern, als für die Klagen im Sinne eines segmentalen Störungsfeldes kein röntgenologischer Anhalt gefunden werden konnte.

Bei der Betrachtung dieser Erscheinung darf man die schon normalerweise eintretende altersmäßig progrediente und typische Involution des funktionellen Gefüges der WS nicht vergessen. Am Beispiel der Spondylosis deformans, die die häufigste und infolge der starken Formveränderungen auffallendste Erkrankung der WS darstellt, läßt sich der steile Anstieg der Häufigkeitskurve bei Männern und Frauen in den verschiedenen Lebensaltern zeigen. Nach einer Angabe bei SCHMORL-JUNGHANNs haben bei Frauen 60 und bei Männern fast 80 v. H. der Untersuchten Erscheinungen einer Spondylosis deformans.

Diese Untersuchungen sollen nun nicht eventuellen sozialpolitischen Erwägungen dienen, oder zu Fragen der Berentung der beschriebenen WS-Veränderungen infolge einer Armamputation Stellung nehmen.

Doch die recht erhebliche Zahl Armamputierter innerhalb der Bundesrepublik und die bei ihnen entstandenen WS-Veränderungen forderten eine Untersuchung der Zusammenhänge heraus.

Gerade das Röntgenganzaufnahmeverfahren der WS ist zur Klärung der statischen Haltungsschäden und der Darstellung der Fehlhaltungen der WS ganz besonders geeignet, weil es den Träger der WS-Veränderungen im Stehen und damit unter der tatsächlichen körperlichen Last und in seiner ihm eigenen Gewohnheitshaltung zu untersuchen gestattet.

Gerade beim Armamputierten wurden die Veränderungen der WS nach Amputation zwar gelegentlich vermutet, waren aber nicht mit Sicherheit belegt worden, da das herkömmliche Aufnahmeverfahren auf dem BUCKY-Tisch zur Entlastung der WS und zur Korrektur leichter Haltungsfehler führte. Ganz abgesehen vom diagnostischen Wert, den die WS-Ganzaufnahme ja zweifellos hat, führt die Darstellung der zu untersuchenden WS mit dem Ganzaufnahmeverfahren zu einem erheblich intensiveren Eindruck, als in das Ergebnis der Betrachtung der drei üblichen Standardaufnahmen in Nebeneinanderreihung bietet.

Es scheint daher nicht auffällig, daß sich schon andere Autoren mit dieser Frage beschäftigt haben (zur VERTH, JENNY, WILMANNS). Allerdings erschienen die dabei gewonnenen Erkenntnisse und Aussagen noch ergänzungsbedürftig und erweiterungsfähig, soweit es die genaue Lokalisation in den einzelnen WS-Abschnitten betrifft. Außerdem war bisher in der Diskussion dieser Frage der Versuch experimenteller Auslösung gleicher oder ähnlicher Haltungsschäden an der noch flexiblen WS des Schul- oder Adoleszentenalters nicht mit eingeschlossen.

Gerade diese experimentelle Haltungsveränderung durch die einseitige Gewichtsbelastung beim Schulkind, wie wir sie vorgenommen haben, hat aber den Mechanismus des Vorganges sicher einwandfrei geklärt, auch wenn es sich aus technischen Gründen und im Interesse des Strahlenschutzes nur um geringe Vergleichszahlen handelt. Die Beziehungen zur Amputation liegen dabei darin, daß es sich beim Verlust des Armes um die Entlastung der amputierten Seite, aber um die entsprechende Belastung der nichtamputierten Seite handelt.

In unserem Falle lagen die Armamputationen im Durchschnitt 22 Jahre zurück, und der Altersdurchschnitt der hier untersuchten Amputierten lag z. Zt. der Amputation bei 26 Jahren. Das bedeutet, daß die Auswirkung der Gewichtsveränderung in den meisten Fällen zwar keine ausgesprochene Adoleszenten-WS betraf, aber doch eine WS, die statischen Veränderungen aus Belastungsveränderungen noch zugänglich sein mußte.

Auch in dieser Hinsicht erweist sich der Versuch der Klärung des Mechanismus mit dem Vergleich des Verhaltens der WS des Schulalters und des Adoleszentenalters durchaus als berechtigt.

Was die Lokalisation der Veränderungen betrifft, so muß gesagt werden, daß man beim Vergleich von 100 Röntgenganzaufnahmen der WS nicht von einer "typischen" Lokalisation sprechen kann. Eine typische Lokalisation des Belastungsschadens muß auch von vornherein gerade bei den Armamputierten bezweifelt werden, da es sich bei der Amputation in den wenigsten Fällen um die adäquate Gewichtsbe- oder -entlastung gehandelt hat, da die Höhe des Amputationsortes am Oberarm bzw. Unterarm stark wechselt und die verbliebene Stumpflänge praktisch bei jedem Amputierten andere Maße zeigt. Es zeigte sich, daß zwar die BWS immer an den Haltungsveränderungen beteiligt ist, die übrigen Anteile der WS, besonders die LWS, aber auch nicht von den Veränderungen verschont blieben. Dabei darf nicht übersehen werden, daß es sich beim Amputierten nicht nur um das reine Gewichtsproblem handelt, sondern um das Problem überhaupt, wie das einzelne Individuum auf derartige Eingriffe in seine körperliche Unversehrtheit reagiert. Je nach

Höhe der Amputation und je nach der persönlichen Reaktion des betroffenen Individuums, ist von vornherein eine variante Lokalisation des Haltungsschadens der WS anzunehmen.

Was die Frage des vertebrogenen Störungsfeldes betrifft, so verhalten sich die Dinge hier offenbar so wie bei anderen WS-Veränderungen auch, daß nämlich zwischen dem Grad der röntgenologisch festgestellten Veränderungen der WS und den subjektiv aus diesen Veränderungen geklagten Beschwerden keine unmittelbaren Beziehungen bestehen.

Soweit die Segmente Th₁ bis Th₅ in den Bereich der statischen Veränderungen der WS einbezogen sind und gleichzeitig röntgenologisch sichergestellt ist, daß in diesem Bereich strukturelle Veränderungen der Wirbelkörper und Veränderungen der Zwischenwirbelräume vorliegen und von seiten des Amputierten über "Herzbeschwerden", d.h. Engegefühl, Druck und Stechen geklagt wird, können die Zusammenhänge nicht von der Hand gewiesen werden.

Ganz auffallend sind die Zusammenhänge, die sich bei erheblichen statischen Veränderungen der WS mit gleichzeitigen Veränderungen der Wirbelkörper und Zwischenwirbelräume bzw. Zwischenwirbelscheiben im befallenen Gebiet mit Klagen über Verspannungszustände in den zugehörigen großen Muskelplatten der paravertebralen Rückenmuskulatur ergeben.

Alle anderen Beschwerden aber, wie Kopfschmerzen, Kreislaufstörungen, Schweißausbrüche, Schwindel und sonstige, offenbar dem vegetativ-dystonen Komplex zugehörigen Klagen, wird man mit den gefundenen WS-Veränderungen nicht in Zusammenhang bringen dürfen, ohne sich der Gefahr auszusetzen, etwas in die Röntgenaufnahme hineinzulesen, das in ihr nicht enthalten ist.

V. ZUSAMMENFASSUNG

1. Es wurden 100 Armamputierte röntgenologisch untersucht zur Frage der Auswirkung des einseitigen Gewichtsverlustes bei Armamputation als Auslösung von Haltungsschäden und vertebra-genen Störungsfeldern in
 - a) klinischer Sicht unter Auswertung der in Krankengeschichten niedergelegten Anamnesen und Untersuchungsbefunde der klinischen Untersuchung und in
 - b) experimenteller Sicht durch den Versuch der Auslösung von Haltungs-veränderungen unter einseitiger Gewichtsbelastung bei Schulkindern.Die röntgenologischen Aussagen wurden unter Anwendung des Röntgenganz-aufnahme-Verfahrens der Wirbelsäule gewonnen.
2. Bei den Armamputierten wurden neben den beschriebenen "Sonderformen" der WS-Veränderungen grundsätzlich dreibogige, zweibogige Skoliosen und besonders einbogige Totalausladungen der WS gefunden, die sich sowohl über die ganze WS als auch - und hauptsächlich - über die einzelnen WS-Abschnitte erstreckten.

In allen Fällen war die BWS in die Haltungsveränderungen einbezogen. Die alleinige Beteiligung der BWS war relativ gering.

In den meisten Fällen war eine Abweichung der Körperschwerpunktachse festzustellen, und zwar zum größten Teil zur amputierten Seite.

Ein Einfluß einer Prothese auf Haltungsveränderungen, Schulterhochstand und Verlagerung der Körperschwerpunktachse konnte nicht festgestellt werden.

Strukturelle Veränderungen an den Zwischenwirbelräumen traten hauptsächlich in dem von den Haltungsveränderungen betroffenen Bereich auf, vorwiegend jedoch in der BWS.
3. Ein Zusammenhang zwischen gefundenen WS-Veränderungen und geklagten Beschwerden konnte nur in wenigen Fällen insofern geklärt werden, als schwere statische und strukturelle WS-Veränderungen in bestimmten WS-Bereichen für segmental bedingte Beschwerden, vor allem von seiten des Herzens und der Rückenmuskulatur, verantwortlich gemacht werden konnten. Allgemein fiel die offensichtliche Diskrepanz zwischen röntgenologischem Befund und geklagten Beschwerden oder der Beschwerdelosigkeit bei erheblichem röntgenologischem Befund auf.
4. Röntgenologische Untersuchungen zur Klärung der Entstehung von Haltungsschäden durch einseitige Gewichtsent- bzw. belastung an der kindlichen

WS haben den Mechanismus des Vorganges der Entstehung einwandfrei dargestellt. Die noch flexible kindliche WS reagiert unter einseitiger adäquater Gewichtsbelastung mit der Ausbildung gleicher Bilder der WS-Veränderungen, wie sie infolge einer Armamputation zu sehen sind.

5. Das geeignetste Verfahren zur Darstellung des Einflusses der Amputation einer oberen Extremität auf die Wirbelsäule bzw. des Einflusses einer einseitigen Gewichtsbelastung stellt das Röntgenganzaufnahme-Verfahren der Wirbelsäule dar, das bei unseren Untersuchungen in zwei technisch modifizierten Methoden zur Anwendung kam.

VII. LITERATURVERZEICHNIS

1. Axt, Chr.
Bewirkt Schwerarbeit vermehrte Verschleißerscheinungen am Haltungs- und Bewegungsapparat?
Zschr. Orthop. 92, 402 (1960)
2. Baader, E. W.
Berufsbedingte Abnutzungskrankheiten am Bewegungsapparat.
Wien. med. Wschr. 32/33, 559 (1960)
3. Bärtschi-Rochaix, W.
Fernsymptome bei Erkrankungen der Halswirbelsäule.
Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis, Bd. 13, 115 (1959)
4. Becker, Th.
Schwerarbeit und degenerativer Wirbelumbau.
Das Deutsche Gesundheitswesen, Zeitschrift für Medizin 27, 1241 (1959)
5. Biedermann, F.
siehe Lit. Nr. 80
6. Bisgard, J. D. und M. M. Musselmann
Die Skoliose und ihre experimentelle Erzeugung und Wachstumskorrektur.
Zbl. Chir. 9, 424 (1941)
7. Bockel, P.
siehe Lit. Nr. 56
8. Breitenfelder, H.
Ergebnisse der Untersuchungen auf Haltungsschäden an 600 Schulkindern.
Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 43. Kongr., 294 (1955)
9. Brocher, J. E. W.
Die Wirbelsäulenstatik und -dynamik im Röntgenbild.
Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis, Bd. 13, Beiträge zur manuellen Therapie. 39 (1959)
10. Brocher, J. E. W.
Die Wirbelverschiebungen in der Lendengegend. Der Kreuzschmerz in seiner Beziehung zur Wirbelsäule.
Leipzig 1938

11. Brocher, J. E. W.
Die Okzipital-Zervikal-Gegend.
Stuttgart 1955
12. Brügger, A.
Acta rheumatologica 18: Über vertebrale, radikuläre und pseudoradikuläre Syndrome, I.
J. R. Geigy S. A. Basel 1960
13. Brügger, A.
Acta rheumatologica 19: Über vertebrale, radikuläre und pseudoradikuläre Syndrome, II.
J. R. Geigy S. A. Basel 1962
14. Buetti-Bäumli, C.
Funktionelle Röntgendiagnostik der Halswirbelsäule.
Stuttgart 1954
15. Emminger, E.
siehe Lit. Nr. 80
16. Elsner, J.
Über Lehlringsskoliosen.
Zschr. Orthop. Chir. 32, 277 (1931)
17. Exner, G.
Die Halswirbelsäule.
Stuttgart 1954
18. Groh, H.
Haltungsschäden der Jugend.
Landarzt 35, 78 (1959)
19. Groh, H.
Haltungsschäden.
Sportmedizin. Stuttgart 1962
20. Gutmann, G. und H. D. Wolff
Die Wirbelsäule als volkswirtschaftlicher Faktor.
Hippokrates 30, 207 (1959)
21. Güntz, E.
Das Wachstum der Wirbelsäule. Handbuch der Orthopädie, Bd. 2. Spezielle Orthopädie. Rumpf (Wirbelsäule und Becken). Stuttgart 1958

22. Güntz, E.
Gedanken zur Begutachtung von Wirbelsäulenschäden nach orthopädischen Gesichtspunkten. Arch. orthop. Unfallchir. 47, 558 (1955)
23. Güntz, E.
Haltungsveränderungen der Wirbelsäule bei Erkrankungen der Zwischenwirbelscheiben und ihre Beziehung zu Rückenschmerzen.
Röntgenprax. 8, 73 (1936)
24. Gutzeit, K.
Der vertebrale Faktor im Krankheitsgeschehen. Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis, Bd. 1, Röntgenkunde und Klinik vertebralegener Krankheiten, 11 (1956)
25. Gutzeit, K.
Die Wirbelsäule als pathogenetisches Problem.
Wien. med. Wschr. 49, 1013 (1955)
26. Hackenbroch, M.
Anfrage Nr. 3035 in Med. Klin. 33, 1458 (1960)
27. Heine, K. H. und R. Raspe
Methodisches zur Anfertigung und Auswertung von Röntgenanzaufnahmen der Wirbelsäule unter Berücksichtigung statischer Gesichtspunkte.
Dtsch. med. J. 4, 198 (1957)
28. Hipp, E.
Neues Verfahren zur Anfertigung von Wirbelsäulenganzaufnahmen.
Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 90, 464 (1957)
29. Hofer, H.
Das Amputiertenproblem in neuer Gestalt.
Jena 1952
30. Humperdink, K.
Wirbelsäule und berufliche Beanspruchung.
Med. Klin. 54, 835 (1957)
31. Idelberger, K. H.
Anfrage Nr. 1950 in Med. Klin. 50, 615 (1955)
32. Jaeger, W.
Über Fernaufnahmen der Wirbelsäule.
Röntgenprax. IV, 1. 193 (1932)

33. Janker, R.
Röntgenganzaufnahmen des Menschen.
Leipzig 1934
34. Jenny, E.
Über die großen Amputationen an den Extremitäten und die prothetische
Versorgung der Amputierten.
Hefte zur Unfallheilkunde 39 (1950)
35. Jentschura, G.
Ergebnisse von Haltungsuntersuchungen an Heidelberger Schulkindern.
Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 43. Kongr. 433 (1955)
36. Junghanns, H.
Röntgenkunde und Klinik vertebralegener Krankheiten.
Stuttgart 1956
37. Junghanns, H.
Der Wirbelsäulenverschleiß als soziales Problem.
Med. Klin. 40, 1706 (1962)
38. Junghanns, H.
siehe Lit. Nr. 65
39. Kochs, J.
Über adoleszente Rückgratverkrümmungen.
Arch. orthop. Unfallchir. 24, 95 (1927)
40. Koetschau, H. J.
Bericht über Untersuchungen von Haltungsfehlern an Hamburger Schulen.
Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 43. Kongr. 296 (1955)
41. Kuhlendahl, H.
Monoradiculäre Kompression und osteogene Konstriktion cervicaler Ner-
venwurzeln.
Langenb. Arch. klin. Chir. 276, 146 (1953)
42. Kuhlendahl, H.
siehe Lit. Nr. 48
43. Kummer, B.
Die Statik der Wirbelsäule.
Handbuch der gesamten Arbeitsmedizin, Bd. 1
Arbeitsphysiologie. Berlin-München-Wien 1961

44. Lange, M.
Ein Schulbeispiel von einer Adoleszentenskoliose, die unter dem Einfluß von oft sich wiederholendem Schwertragen entstanden ist.
Zschr. orthop. Chir. 48, 517 (1927)
45. Leger, W.
Die Bedeutung der Wirbelsäulenganzaufnahme für die Wirbelsäulendiagnostik.
Radio. clin. 28, 129 (1959)
46. Leriche, R.
La chirurgie de la douleur.
Paris 1948
47. Lindemann, K.
Ätiologie und Pathogenese der Skoliose.
Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 90, 144 (1957)
48. Lindemann, K. und H. Kuhlendahl
Die Erkrankungen der Wirbelsäule.
Stuttgart 1953
49. Matthiash, H. H.
Die Bedeutung des Pubertätsablaufes für die Entstehung von Haltungstörungen.
Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 43. Kongr. 300 (1955)
50. Matthiash, H. H.
Arbeitshaltung und Bandscheibenbelastung.
Arch. orthop. Unfallchir. 48, 147 (1956)
51. Matthiash, H. H.
Haltung und Haltungsschäden in den Entwicklungsphasen des Wachstumsalters.
Sportarzt 10, 102 (1959)
52. Matzdorf, H.
Röntgenuntersuchungen über die Bedeutung der Atlasregion als Krankheitsfaktor.
Zschr. Orthop. u. Grenzgeb. 87, 165 (1956)
53. Moser, H.
Experimentelle Skoliosen.
Verh. Dtsch. Orthop. Ges., Beih. Zschr. Orthop. 89, 178 (1958)

54. Naegeli, O.
Nervenleiden und Nervenschmerzen, ihre Behandlung und Heilung durch Handgriffe.
Nachdruck der 3. Auflage Saulgau 1953
55. Pitzen, P.
Kurzgefaßtes Lehrbuch der orthopädischen Krankheiten.
München-Berlin 1950
56. Parade, G. W., P. Bockel und O. Stahler
Zur Klinik der Beziehungen zwischen Wirbelsäule und Herz.
Die Medizinische 49, 1743 (1956)
57. Pöschl, M., R. Michaelis und K. F. Rott
Untersuchungen über Haltungsfehler und Akzeleration an Jugendlichen.
Dtsch. med. Wschr. 84, 180 (1959)
58. Putschar, W.
Der funktionelle Skeletttumbau und die sogenannten Belastungsdeformitäten.
Handbuch der speziellen pathologischen Anatomie und Histologie, Bd. 9,
3. Teil: Knochen und Gelenke, Berlin 1937
59. Raspe, R.
Ein neues Verfahren zur Herstellung von Röntgenganzaufnahmen der Wirbelsäule ("3-Phasen-Technik").
Fschr. Röntgenstr. 85, 106 (1956)
60. Rathke, F. W.
Die juvenilen Rückgratverkrümmungen.
Stuttgart 1961
61. Schanz, A.
Die statischen Belastungsdeformitäten der Wirbelsäule. Mit besonderer Berücksichtigung der kindlichen Skoliose.
Stuttgart 1904
62. Schede, F.
Aussprache zum Skoliosethema.
Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 41. Kongr., 235 (1953)
63. Schlegel, K. F. und M. Dierks
Haltungsforschung im Röntgenbild.
Zschr. Orthop. 4, 451 (1957)

64. Schlomka, G.
Berufliche Belastungsschäden der Wirbelsäule.
Arch. orthop. Unfallchir. 48, 300 (1956)
65. Schmorl, G. und H. Junghanns
Die gesunde und die kranke Wirbelsäule in Röntgenbild und Klinik.
Stuttgart 1957
66. Schmorl, G.
Zur pathologischen Anatomie der Wirbelsäule.
Klin. Wschr. 27, 1243 (1929)
67. Schuler, B.
Differentialdiagnose der Rückenschmerzen.
Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis, Bd. 13, 91 (1959)
68. Sliosberg, A.
Les algies des amputés.
Paris 1949
69. Sollmann, A. H.
Röntgenganzaufnahme der Wirbelsäule.
Münch. med. Wschr. 41, 1365 (1955)
70. Stahler, O.
siehe Lit. Nr. 56
71. Storck, H.
Die Anwendung der Statik auf den menschlichen Bewegungsapparat.
Stuttgart 1951
72. Storck, H.
Über die Kräfte in der Orthopädie.
Stuttgart 1943
73. Thomsen, W.
Über die Haltungsschwäche und Haltungsfehler der Jugendlichen und ihre Bekämpfung.
Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 43. Kongr., 272 (1955)
74. Unger, H.
Zur experimentellen Skoliose.
Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 45. Kongr., 180 (1957)

75. zur Verth, J.
Nachuntersuchungen von 152 Armamputierten unter besonderer Berücksichtigung der Wirbelsäulenveränderungen.
Arch. orthop. Unfallchir. 50, 508 (1959)
76. Weitnauer, H.
Wirbelsäulenverkrümmungen im Schulalter.
Der Landarzt 2, 40 (1959)
77. Wilmanns, R.
Wie findet sich der Mensch mit der Amputation seines Gliedes ab?
Klin. Wschr. 14, 1760 (1935)
78. Wolf, W.
Welche Spätfolgen haben Oberschenkel- bzw. Oberarmamputierte aus ihrem Gliedmaßenverlust zu erwarten?
Münch. med. Wschr. 15, 330 (1942)
79. Zettel, H.
siehe Lit. Nr. 80
80. Zukschwerdt, L., E. Emminger, F. Biedermann und H. Zettel
Wirbelgelenk und Bandscheibe. Ihre Beziehung zum vertebralem Schmerz.
Stuttgart 1955

Verzeichnis der Abbildungen:

- Abb. 1: Raspe, R.
Technik der Röntgenganzaufnahmen der Wirbelsäule (3-Phasen-Aufnahmen). Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis, Bd. 1
Röntgenkunde und Klinik vertebralegener Krankheiten. Stuttgart
1956
- Abb. 2: Fa. Fritz Hofmann GmbH, Röntgenwerk Erlangen
- Abb. 3: Raspe, R.
Zur Auswertung von Röntgenganzaufnahmen der Wirbelsäule
in chirurgisch-orthopädischer Sicht.
Zbl. Chir. 38, 1904 (1960)
- Abb. 4: Heine, K. H. und R. Raspe
Zur Auswertung von Röntgenganzaufnahmen der Wirbelsäule.
Dtsch. med. J. 6, 150 (1959)
- Abb. 5: Acta rheumatologica Nr. 18
J. R. Geigy S. A. Basel 1960
- Abb. 6
- Abb. 7 : Fa. Siemens-Reiniger-Werke AG Erlangen
- Abb. 8
- Abb. 9
- Abb. 12: Nach Schanz, A. (Lit. Nr. 61)
- Abb. 15: Acta rheumatologica Nr. 18
J. R. Geigy S. A. Basel 1960

An dieser Stelle sei mir gestattet, Herrn Professor Dr.med. Diethelm für die Überlassung des Themas, das Entgegenkommen, am Institut für Klinische Strahlenkunde arbeiten zu dürfen und die Beratung und Unterstützung zu danken.

Zu danken habe ich besonders Herrn Dr.med. Zeitler, Institut für Klinische Strahlenkunde, für seine wertvolle Unterstützung und freundlichen Bemühungen, dem Herrn Oberarzt der Kinderklinik der Universität Mainz, Herrn Professor Dr.med. Friederiszick, sowie dem Herrn Oberarzt der Chirurgischen Klinik der Universität Mainz, Herrn Privatdozent Dr.med. Heinemann, für ihre Unterstützung bei der Durchführung der Untersuchungen über die kindliche Wirbelsäule.

Herrn Professor Dr.Dr. Koller habe ich für die Bemühungen des Instituts für Medizinische Statistik und Dokumentation zu danken, sowie dem Leiter der Versorgungskuranstalt Wildbad, Herrn Oberregierungs-Medizinalrat Dr. Haass für die Überlassung der Krankengeschichten und Röntgenganzaufnahmen der Armamputierten.

LEBENS LAUF

Am 13. Februar 1938 wurde ich, Friedrich Carl Alfred Haass, als Sohn des Dr. med. Friedrich Haass und der Martha Haass, geb. Löffler, in Tübingen geboren.

Nach dem Besuch der Volksschule in Wildbad/Schwarzwald trat ich im Herbst 1949 in das humanistische Gymnasium Kolleg S. Blasien/Schwarzwald ein, das ich im Frühjahr 1958 mit dem Reifezeugnis verließ.

Im Sommersemester 1958 begann ich an der Universität München das Studium der Medizin und legte dort die Naturwissenschaftliche Vorprüfung ab. Zum Sommersemester 1960 wechselte ich an die Universität Mainz über, wo ich die Ärztliche Vorprüfung ablegte.

Im Sommersemester 1962 studierte ich an der Universität Wien und kehrte im folgenden Wintersemester wieder an die Universität Mainz zurück.

Hier beabsichtige ich das Studium der Medizin mit der Ärztlichen Prüfung im Sommer 1964 abzuschließen.

